AN VĂN CHIÊU

PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC BÀI TOÁN VẬT LÍ LỚP 11 THEO CHỦ ĐIỂM

ĐIỆN TÍCH VÀ ĐIỆN TRƯỜNG
DÒNG ĐIỆN MỘT CHIỀU
TỪ TRƯỜNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

ĐHQG Hà Nội
NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

AN VĂN CHIÊU

PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC BÀI TOÁN
VẬT LÍ LỚP 11 THEO CHỦ ĐIỂM

ĐIỆN TÍCH VÀ ĐIỆN TRƯỜNG
DÒNG ĐIỆN MỘT CHIỀU
TỪ TRƯỜNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

Trang

Chương I: Một số bài toán định tính và thí nghiệm 5

Chương II: Một số bài toán định lượng về điện tích và điện trường 34

1. Các ví dụ 38
2. Một số bài toán áp dụng 63

Chương III: Một số bài toán định lượng về tụ điện và mạch tụ điện 76

1. Các ví dụ 80
2. Một số bài toán áp dụng 120

Chương IV: Một số bài toán về dòng điện một chiều 135

1. Các bài toán tính điện trở của dây dẫn và của mạch điện 142
   - *Các ví dụ* 143
   - *Một số bài toán áp dụng* 157
2. Các bài toán về dụng cụ đo điện 165
   - *Các ví dụ* 165
   - *Một số bài toán áp dụng* 175

3. Các bài toán tìm cường độ dòng điện và hiệu điện thế 182
+ *Các ví dụ* 184
+ *Một số bài toán áp dụng* 214
4. Một số bài toán về các đại lượng điện khác 250
+ *Các ví dụ* 251
+ *Một số bài toán áp dụng* 266
Chương V: Một số bài toán về từ trường và cảm ứng điện từ 277
1. Các bài toán về cảm ứng từ của từ trường dòng điện 280
+ *Các ví dụ* 281
+ *Một số bài toán áp dụng* 286
2. Các bài toán về lực điện từ và lực Lo rentz 288
+ *Các ví dụ* 288
+ *Một số bài toán áp dụng* 294
3. Các bài toán về cảm ứng điện từ và tự cảm 295
+ *Các ví dụ* 296
+ *Một số bài toán áp dụng* 305
Chương VI: Một số câu hỏi trắc nghiệm 310

Chương I

MỘT SỐ BÀI TOÁN ĐỊNH TÍNH VÀ THÍ NGHIỆM

Bài toán I.1

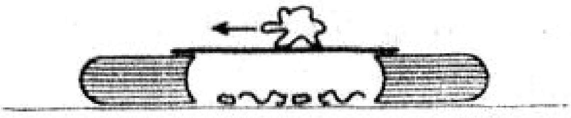
Hãy làm các thí nghiệm về nhiễm điện do cọ sát sau:

1. Xé vỏ giấy bóng của một bao thuốc lá và đem mảnh giấy này lại gần bàn tay. Quan sát thấy gì? Giải thích.

2. Xé lấy một số mảnh giấy báo vụn và rải trên mặt bàn khô. Đặt hai bên hai quyển sách dày khoảng 2 cm (hay hai vỏ băng viđêo) rồi đặt một tấm kính khô lên hai quyển sách (hình 1.1).

+ Vò một tờ giấy báo khô và cọ sát lên mặt trên tấm kính. Quan sát thấy gì? Giải thích.

+ Thay tấm kính bằng một tấm nhựa rồi dùng bao tay len cọ sát trên mặt tấm nhựa. Quan sát thấy gì? Giải thích .



Hình I.1

+ Thay các mảnh giấy báo trên bàn. Lại cọ sát tấm nhựa bằng bao tay len. Quan sát thấy gì? Giải thích.

3. Dùng một sợi chỉ treo một mẩu lie hay bấc. Cọ sát một cái lược nhựa vào bảo tay len rồi đưa nó lại gần miếng bấc.Quan sát thấy gì? Giải thích.

Hãy vào phòng thí nghiệm nhà trường tìm hiểu xem quả cầu mà giáo viên làm thí nghiệm bằng bấc hay bằng nhôm.

Bài toán I.2

Dùng cưa sắt cưa một tấm nhựa polime và quan sát xung quanh vết cưa thấy những gì và giải thích hiện tượng ?

Bài toán I.3

Có thể tóm tắt hiện tượng nhiễm điện do hưởng ứng như sau: "Nếu mang một vật dẫn điện lại gần một một vật tích điện thì hai đầu vật dẫn sẽ nhiễm những lượng điện trái dấu và bằng nhau,đầu nào gần vật tích điện sẽ mang điện khác dấu còn đầu ở xa sẽ mang điện cùng dấu"

1. Hãy giải thích hiện tượng bằng thuyết điện tử.

2. Khi hiện tượng xảy ra thì bên trong vật dẫn có điện trường không? Giải thích.

Khi máy bay bay về bên trong các đám mây giông tích điện các máy móc và hành khách bên trong các khoang có chịu ảnh hưởng của điện trường giữa các đám mây này không? Giải thích.

3. Hãy làm một số thí nghiệm chứng minh một số điều sau đây:

+ Hai đầu vật dẫn nhiễm điện.

+ Đầu nào gần vật tích điện nhiễm điện trái dấu,đầu nào ở xa nhiễm điện cùng dấu

Bài toán I.4

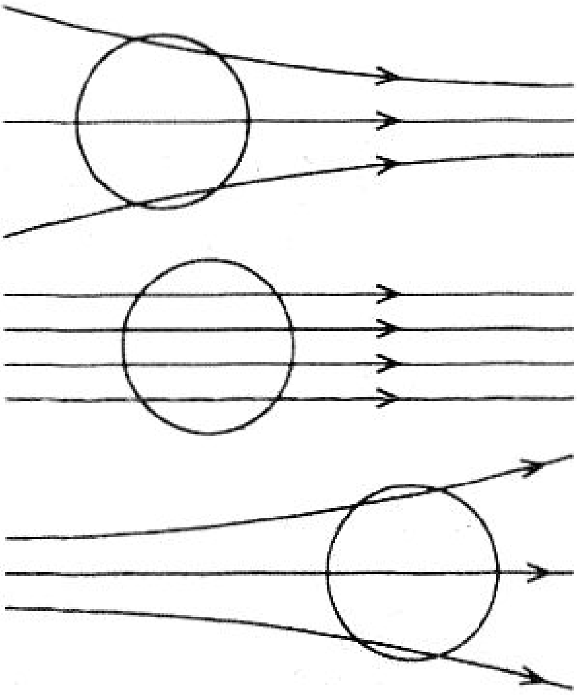
Hình 1.2 vẽ các đường sức của ba điện trường. Trong chúng đặt ba quả cầu kim loại cùng kích thước.

Có gì xảy ra ở ba quả cầu này? Giải thích.

Bài toán I.5

Hãy tự chế tạo lấy một điện nghiệm để làm thí nghiệm.

Có thể làm như sau: lấy một sợi dây đồng đường kính khoảng 2 mm , uốn tròn một đầu còn một đầu dán hai lá giấy. Đặt phần có lá giấy vào trong một chai nhỏ để không bị gió làm ảnh hưởng .



Hình I.2

Đem tích điện cho điện nghiệm. Làm thế nào xác định dấu của điện tích ở điện nghiệm?

Bài toán I.6

Giải thích vì sao khi có mưa giông kèm theo sấm sét , nếu đứng trú dưới gốc cây to không được tì tay vào cây, không đứng dạng chân mà hai chân phải chụm lại hoặc co một chân lên.

Bài toán I.7

Có hai qủa cầu kim loại đặt cách nhau một khoảng nào đó. Làm thế nào cho hai quả cầu tích điện cùng độ lớn và cùng dấu? cùng độ lớn và khác dấu?

Bài toán I.8

Một quả cầu kim loại rỗng A có một lỗ thủng nhỏ, được tích điện dương. Làm thế nào biết được mặt bên trong quả cầu không tích điện. Nếu nối một quả cầu kim loại B với mặt trong quả cầu A bằng một dây dẫn mảnh thì quả cầu B có được tích điện không?

Bài toán I.9

Khoảng cách giữa hai quả cầu rất lớn so với kích thước của chúng. Quả cầu thứ nhất có bán kính R_1 được tích điện đến điện thế V_1, quả cầu thứ hai có bán kính R_2 được tích điện đến điện thế V_2. Tìm điện thế của hai quả cầu khi nối chúng bằng một dây dẫn mảnh.

Bài toán I.10

Có hai quả cầu kim loại cùng kích thước , một rỗng , một đặc tích điện cùng dấu .Nếu cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau thì các điện tích sẽ phân bố như thế nào?

Bài toán I.11

Quả cầu của một điện nghiệm đang tích điện dương.Nếu đưa một đũa nhựa tích điện âm lại gần quả cầu này thì thấy hai lá điện nghiệm cụp dần lại nhưng sau đó lại tách ra xa nhau. Nếu cho đũa nhựa chạm vào quả cầu thì thấy hai lá vẫn còn xoè. Giải thích hiện tượng.

Bài toán I.12$^+$

Đặt vào tâm một quả cầu kim loại rỗng không có điện một điểm tích dương. Hỏi:

1. Ở những nơi nào có điện trường?

2. Điện tích có xuất hiện ở mặt cầu rỗng không?

3. Điện trường bên trong và bên ngoài quả cầu rỗng có thay đổi không khi:

a. Dịch chuyển điểm tích bên trong quả cầu?

b. Từ bên ngoài đưa một vật tích điện lại gần mặt cầu?

Bài toán I.13

Có một quả cầu kim loại tích điện và một cốc kim loại không có điện. Làm thế nào truyền hết điện tích từ quả cầu sang cốc?

Bài toán I.14

Tìm công của điện trường làm chuyển rời một điểm tích dọc theo chu vi ABCDA của một hình chữ nhật

Bài toán I.15

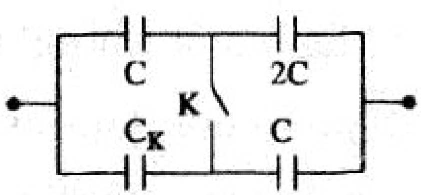
Có một tụ điện phẳng tích điện được đặt nằm ngang. Bên trong tụ điện có một hạt bụi tích điện.

Ở điều kiện nào thì hạt bụi nằm lơ lửng ?

Hạt bụi sẽ chuyển động như thế nào khi mất dần điện tích ? Có cách nào làm cho hạt bụi trở lại trạng thái lơ lửng như cũ?

Bài toán I.16

Có mạch tụ điện như hình 1.3 Với C_X bằng bao nhiêu thì khi đóng K cũng như khi mở K điện dung của mạch không đổi.



Hình I.3

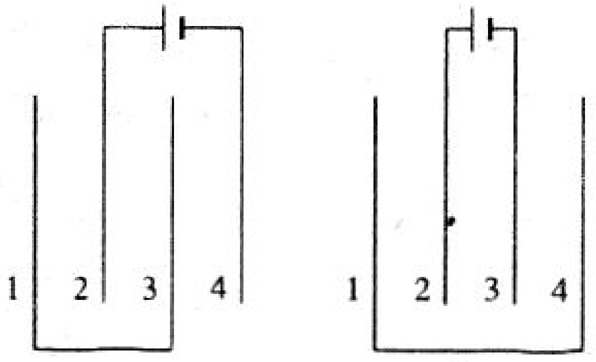
Bài toán I.17

Một tụ điện không khí có điện dung C được ngâm trong điện môi có hằng số ε .

Hỏi phải mắc nối tiếp với tụ điện này một tụ điện có điện dung C_X bằng bao nhiêu để được một bộ tụ điện có điện dung C ?

Bài toán I.18

Có 4 tấm kim loại đặt song song và nối vào hai cực nguồn điện như hình vẽ 1.4 .Hỏi ở từng sơ đồ ta được mấy tụ điện và chúng được mắc như thế nào?



Hình I.4

Bài toán I.19

Trong một bài giảng (trên VTV2) một giáo viên nói như sau: "Khi một bóng đèn nêông bị hỏng nếu cứ để nguyên mạch, chấn lưu được tích điện sẽ phóng điện gây nguy hiểm. Thí dụ, ở nhà máy sản xuất giấy, trong giấy có êbônit và nhựa thông. Khi cạo giấy nó sẽ tích điện và cùng chấn lưu phóng điện có thể gây ra hoả hoạn".

1. Hãy tìm hiểu xem trong thành phần của giấy có êbônít và nhựa thông không?

2. Làm một thí nghiệm sau :

Thay bóng đèn nêông tốt bằng một bóng đèn hỏng cùng loại và đóng mạch điện.Sau đó cọ sát đũa nhựa vào dạ để nó tích điện rồi mang lại gần chấn lưu xem có xảy ra hiện tượng phóng điện không. Cũng có thể cạo một tờ giấy rồi mang lại gần chấn lưu.

Bài toán I.20

Tại sao một con chim đỗ trên một đường dây cao thế lại không bị điện giật chết?

Một người đánh đu hai tay vào một đường dây cao thế có bị điện giật chết không?

Tại sao khi đường dây điện cao thế vắt qua đường giao thông người ta thường mắc lưới kim loại ở phía dưới?

Bài toán I.21

Pin hoá học có cấu tạo như thế nào?

Cắm một cái đinh sắt và một sợi dây đồng vào một củ khoai tây, một củ khoai lang, một củ xu hào, một múi chanh... ta có được một pin không? Có cách nào biết được pin phát điện.

Có người cho rằng: nếu một người cầm một thanh kim loại ngâm cả người lẫn thanh trong nước biển thì cũng được một cái pin. Điều đó có đúng không?

Bài toán I.22

Tại sao khi bóp vỏ một cái pin bị hỏng ta lại thấy nó bị mõm?

Đối với những đồ vật bằng sắt mạ kền , nếu kền ở một chỗ nào đó bị bung làm lộ sắt thì khi để chúng vào chỗ ẩm, sắt hay kền sẽ bị rỉ (ăn mòn). Tại sao?

Bài toán I.23

Giải thích vì sao ở đèn pin 3V (hai pin 1,5V mắc nối tiếp) lại dùng bóng đèn 2,5V.

Tìm hiểu mạch điện của một đèn pin và vẽ sơ đồ.

Bài toán I.24

Hãy làm một thí nghiệm sau đây:

Dùng một pin khô đã hỏng nhưng không quá hỏng.

Mắc một bóng đèn pin vào hai cực và quan sát sự thay đổi độ sáng của bóng đèn. Sau đó vài ngày lại lặp lại thí nghiệm.

Quan sát thấy gì trong hai lần thí nghiệm và giải thích?

Bài toán I.25

Đem ngâm 10 thanh kẽm và 10 thanh đồng vào trong dung dịch H_2SO_4 ta có được 10 cái pin Vonta mắc song song hay nối tiếp không? Tại sao?

Bài toán I.26

Có hai bóng đèn 60W – 110V và 100W – 110V.

1. Nếu mắc hai bóng song song vào hiệu điện thế 110 V thì bóng đèn nào sáng hơn?

2. Nếu mắc hai bóng nối tiếp vào hiệu điện thế 110 V thì bóng đèn nào sáng hơn?

3. Có thể mắc hai bóng nối tiếp vào hiệu điện thế 220 V được không?

Bài toán I.27

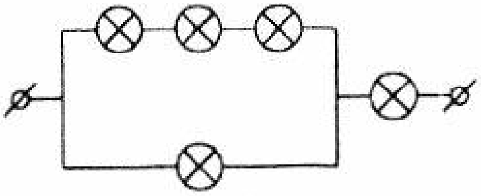
Có một quạt điện 40 W-110 V.Muốn dùng quạt ở hiệu điện thế 220 V người ta dùng thêm một bóng đèn nữa. Hỏi phải dùng bóng đèn loại nào và mắc như thế nào? Nếu dùng bóng đèn công suất nhỏ hơn công suất của quạt thì quạt sẽ chạy như thế nào?

Bài toán I.28

Có một số bóng đèn cùng có hiệu điện thế định mức 110 V .Hỏi phải mắc các bóng này như thế nào vào hiệu điện thế 220 V để chúng đều sáng bình thường?

Bài toán I.29

Có 5 bóng đèn cùng công suất và hiệu điện thế định mức được mắc vào hiệu điện thế 220 V theo sơ đồ như hình vẽ 1.5 .Hỏi bóng đèn nào sáng nhất?



Hình I.5

Bài toán I.30

Có 5 bóng đèn 110V – 25W mắc nối tiếp vào một hiệu điện thế nào đó. Nếu thay một bóng bằng một bóng 110V - 40W thì độ sáng các bóng đèn thay đổi như thế nào?

Bài toán I.31

Một học sinh khi làm thí nghiệm về bếp điện đã có những giải thích như sau:

+ Nếu dây bếp điện bị đứt mà nối lại bằng cách nối hai đầu dây chỗ đứt với nhau thì ở chỗ này nhiệt lượng toả ra nhiều hơn chỗ khác nên nóng đỏ hơn.

+ Khi đó dây ngắn đi nên điện trở của nó nhỏ đi làm công suất tiêu thụ tăng lên và bếp nóng đỏ hơn khi dây chưa bị đứt.

Vậy:

1. Tại sao chỗ nối lại nóng đỏ hơn chỗ khác

2. Có đúng là công suất tiêu thụ của bếp tăng lên và bếp nóng đỏ hơn trước không?

Hãy làm thí nghiệm sau để kiểm chứng: cắt dây bếp điện ở chỗ gần đầu dây và nối hai đầu dây lại . Sau đó cắm bếp vào hiệu điện thế dùng .Quan sát hiện tượng và giải thích.

Bài toán I.32

Tại sao dây nối các thiết bị điện có công suất lớn phải có tiết diện lớn?

Nguyên nhân nào làm dây dẫn để trần nóng lên ít hơn dây dẫn có cùng tiết diện nhưng bọc nhựa

Bài toán 1.33

Vì sao bóng đèn dây tóc càng dùng lâu độ sáng càng giảm?

Vì sao tóc đèn lại đặt trong khí trơ và ở áp suất rất thấp gần như chân không?

Bài toán I.34

Khi bật công tắc để thắp sáng một bóng đèn dây tóc bằng kim loại cường độ dòng điện qua bóng đèn thay đổi thế nào? Nếu thay bằng bóng đèn có dây tóc bằng than chì thì sao?

Bài toán I.35

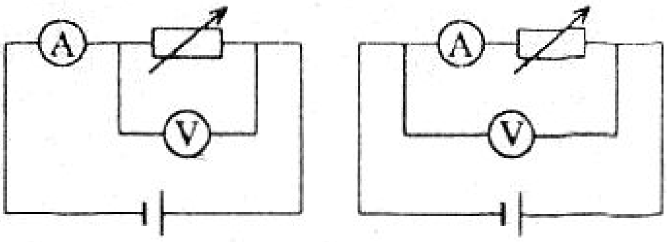
Cùng một dây may so làm bếp điện quấn ruột gà và duỗi thẳng ,trường hợp nào dây nóng đỏ hơn khi dùng ở cùng một hiệu điện thế? Tại sao?

Bài toán I.36

Nhiệt lượng toả ra ở dây bếp điện biến đổi như thế nào khi giảm điện trở của dây đi hai lần đồng thời tăng cường độ dòng điện qua dây lên hai lần?

Bài toán I.37

Để chứng minh cường độ dòng điện



Hình I.6

trong một đoạn mạch tỷ lệ nghịch với điện trở của đoạn mạch đó một học sinh mắc một biến trở vào một mạch điện theo một trong hai sơ đồ hình 1.6

Hỏi học sinh này có đạt được ý muốn không? Tại sao?

Bài toán I.38

Trong bàn là dùng điện thường có một bóng đèn báo có hiệu điện thế định mức khoảng vài vôn. Hỏi bóng đèn này đã được mắc như thế nào? Vẽ sơ đồ mạch điện.

Bài toán I.39

Lập sơ đồ mạch điện cầu thang để có thể bật tắt đèn ở chân hay đầu cầu thang một cách tuỳ ý.

2. Có hai đèn điện trong cùng một phòng.Lập sơ đồ mạch điện để có thể thắp sáng đèn này thì đèn kia tắt, bật hai đèn sáng cùng một lúc hay tắt hai đèn cùng một lúc.

Bài toán I.40

Ngâm trực tiếp một dây may so vào trong nước để đun nước. Hỏi:

1.So với đun nước bằng bếp điện thì ở trường hợp nào hiệu suất đun lớn hơn

2.Nhiệt độ cao nhất của dây ngâm trong nước là bao nhiêu?

3.Có gì xảy ra nếu đang đun nước lại rút dây ra khỏi nước?

Bài toán I.41

Một bóng đèn 220V mắc vào hiệu điện thế 127V . Vì $P = U^2/R$ và $220^2/127^2 = 3$ nên có thể suy ra công suất tiêu thụ ở bóng đèn giảm đi ba lần. Điều đó đúng hay sai?

Bài toán I.42

Nếu tăng điện trở mạch ngoài của một nguồn điện thì hiệu điện thế hai cực nguồn thay đổi như thế nào và thay đổi đến giá trị giới hạn nào?

Bài toán I.43

Như đã biết công suất tiêu thụ ở mạch ngoài một nguồn điện được giới hạn bởi bất phương trình $P \leq E^2/4r$. Chứng minh rằng điều này đúng cho bất kì mạch ngoài nguồn như thế nào (có động cơ điện chẳng hạn)

Có thể dùng một nguồn điện có suất điện động 6V và điện trở trong 1Ω để thắp sáng bình thường một bóng đèn 12W – 6V được không?

Bài toán I.44

Nguồn gốc phát sáng của đèn quảng cáo, đèn trang trí và đèn huỳnh quang có giống nhau không? Gọi đèn quảng cáo là đèn huỳnh quang có đúng không?

Bài toán 1.45

A xít H_2SO_4 giữ vai trò gì trong việc phân tích nước bằng dòng điện?

Cho một dòng điện chạy qua một dung dịch đồng sunfat chưa bão hoà. Trong trường hợp nào nồng độ dung dịch thay đổi khi:

1. Dùng thanh than chì làm anốt?
2. Dùng thanh đồng làm anốt?

Bài toán I.46

Có một số bình thuỷ tinh đựng cùng một loại chất điện phân nhưng nồng độ khác nhau mắc nối tiếp. Khi cho dòng điện chạy qua các bình lượng chất thoát ra ở bình nào lớn hơn?

Bài toán I.47

Có ba bình điện phân dựng các dung dịch HCl, NaCl và $CuCl_2$ mắc nối tiếp. Khi cho dòng điện chạy qua ba bình lượng Clo thu được ở các bình có như nhau không?

Bài toán I.48

Có năm bình điện phân cùng chứa dung dịch Cu SO_4 mắc nối tiếp. So với bình thứ nhất:

+ bình thứ hai có hai cực ở xa hơn

+ dung dịch bình thứ ba nóng hơn

+ dung dịch bình thứ tư đậm đặc hơn

+ dung dịch bình thứ năm bị khuấy trộn.

Cho một dòng điện chạy qua năm bình. Nếu ở bình thứ nhất thu được 1g đồng thì ở các bình khác thu được bao nhiêu đồng trong cùng một thời gian?

Bài toán I.49

Có hai bình điện phân đựng dung dịch Cu SO_4 và CuCl mắc nối tiếp. Cho một dòng điện chạy qua hai bình. Hỏi ở catốt các bình có thu được cùng một lượng đồng không?

Bài toán I.50

Dùng tay cọ sát vào vỏ thuỷ tinh một bóng đèn nêông chưa mắc vào mạch điện.Quan sát thấy gì và giải thích?

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
No LC/713

Bài toán I.51

Nếu chỉ có một thanh sắt A và một thanh nam châm B cùng hình dạng thẳng thì làm thế nào phân biệt được chúng.

Bài toán I.52

Một vòng dây dẫn mềm đặt trên một tấm kính nằm ngang . Khi cho một dòng điện chạy qua dây thì hình dạng của vòng dây có thay đổi không? Tại sao?

Bài toán I.53

Để xác định cực của một ăcquy đã mất dấu, một học sinh đã làm như sau:

Lấy một dây đồng căng theo phương bắc nam và phía dưới dây đặt một kim la bàn. Sau đó nối hai đầu của dây đồng vào hai cực ăcquy qua một khoá K. Đóng K thì thấy kim la bàn quay.

Hãy làm thí nghiệm này và:

Giải thích tại sao kim la bàn lại quay?

Căn cứ vào chiều quay của kim la bàn xác định cực của ăcquy.

Bài toán I.54

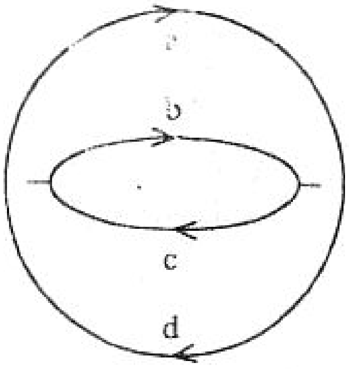
Một đội du kích vào rừng thấy trước mặt có hai đường dây điện thoại dùng điện một chiều mà nguồn điện cung cấp đặt ở sở chỉ huy của địch . Nếu trong tay chỉ có một vôn kế một chiều và một kim la bàn thì làm thế nào họ xác định được sở chỉ huy của địch nằm ở phía nào?

Bài toán I.55

Giải thích tại sao hai dòng điện song song cùng chiều lại hút nhau, ngược chiều lại đẩy nhau

Bài toán I.56

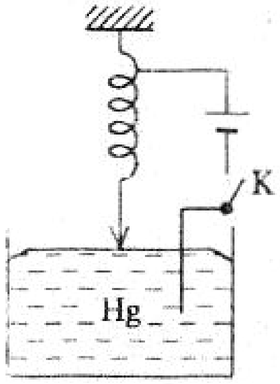
Có hai vòng dây tròn : vòng dây ngoài được giữ cố định,vòng dây trong quay được chung quanh một trục ở giữa (hình 1. 7) . Có gì xảy ra ở vòng dây trong khi cho hai dòng điện chạy qua hai vòng dây?



Hình I.7

Bài toán I.57

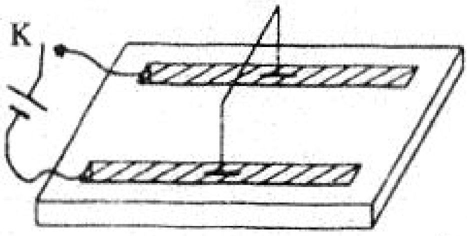
Một lò xo bằng kim loại treo thẳng đứng , đầu dưới chạm nhẹ vào mặt thuỷ ngân đựng trong một chậu thuỷ tinh (hình vẽ 1.8). Nối một cực của một nguồn điện một chiều với đầu trên lò xo và một cực với thuỷ ngân qua một khoá K.Nếu đóng khoá K thì có hiện tượng gì xảy ra ở lò xo?



Hình I.8

Bài toán I.58

Mặt một tấm gỗ được khoét hai rãnh song song trong đựng thuỷ ngân . Thả nổi một khung hình chữ U bằng dây đồng (hình 1. 9) . Nối hai đầu rãnh thuỷ ngân với hai cực nguồn điện một chiều qua khoá K.Đóng khoá K thì thấy khung đồng chuyển động.

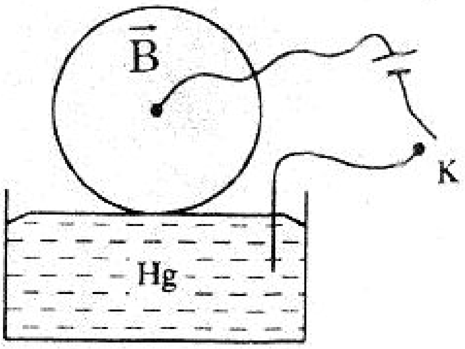


Hình I.9

Giải thích hiện tượng và xác định chiều chuyển động của khung.

Bài toán I.59

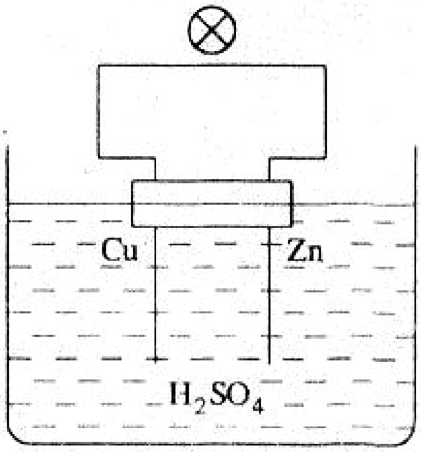
Một đĩa bằng đồng có thể quay chung quanh một trục nằm ngang , mép dưới đĩa tiếp xúc với mặt thuỷ ngân đựng trong một chậu thuỷ tinh .Đĩa được đặt trong khoảng giữa hai nhánh một nam châm hình chữ U sao cho đường cảm ứng từ của từ trường vuông góc với mặt đĩa (hình 1.10). Cho một dòng điện chạy qua trục đĩa xuống thuỷ ngân thì thấy đĩa quay.Giải thích hiện tượng và xác định chiều quay của đĩa.



Hình I.10

Bài toán I.60

Một học sinh làm thí nghiệm: cắm một thanh kẽm và một thanh đồng vào một cái phao nhựa và thả nổi phao trên mặt dung dịch H_2SO_4 , sau đó nối hai đầu hai thanh bằng một khung dây đồng (hình 1.11) thì thấy có hiện tượng sau:



Hình I.11

Phao quay và nằm ở vị trí mà mặt phẳng của khung hướng theo phương bắc nam.

Đặt phía trên khung một dây dẫn thẳng cố định nằm vuông góc với mặt phẳng khung. Khi cho dòng điện chạy qua dây thì thấy khung quay một góc 90^0 và phao nổi lên.

Thử làm thí nghiệm và giải thích hiện tượng

Bài toán I.61

Một dây dẫn thẳng đặt gần một vòng dây dẫn kín và trên mặt phẳng vòng dây này. Cho một dòng điện một chiều chạy qua dây dẫn thẳng .Nếu cho cường độ dòng điện trong dây tăng lên thì trong vòng dây có dòng điện cảm ứng không? Tại sao ? Hãy xác định chiều dòng điện cảm ứng trong vòng dây.

Bài toán I.62

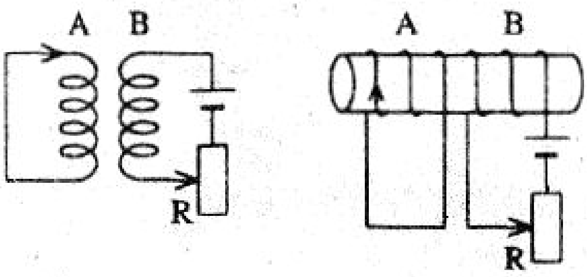
Một khung dây kín hình chữ nhật đặt trong một từ trường đều sao cho mặt phẳng khung vuông góc với các đường cảm ứng từ .Lần lượt cho khung chuyển động tịnh tiến:

1. Theo phương vuông góc với các đường cảm ứng từ
2. Theo phương song song với các đường cảm ứng từ
3. Theo phương xiên với các đường cảm ứng từ

Từ thông qua mặt phẳng khung dây biến thiên như thế nào?

Bài toán I.63

Có hai vòng nhôm: một kín, một hở gắn vào hai đầu một thanh nằm ngang quay được chung quanh một trục ở giữa. Nếu lần lượt lao một thanh nam châm vào trong lòng hai vòng nhôm thì có hiện tượng gì xảy ra ở từng vòng? Giải thích.



Hình 1.12

Bài toán I.64

Một nam châm điện có lõi sắt thò ra một đoạn ở một đầu được đặt thẳng đứng.

Hai đầu dây của nam châm được nối với một nguồn điện một chiều qua một khoá K. Lồng vào lõi sắt một vòng nhôm kín. Đóng khoá K, có hiện tượng gì xảy ra ở vòng nhôm? Giải thích.

Vòng nhôm sẽ xảy ra như thế nào khi thay dòng điện một chiều bằng dòng điện xoay chiều?

Bài toán I.65

Có hai ống dây A và B được bố trí như hình 1.12

1. Giải thích vì sao khi thay đổi biến trở R trong mạch ống dây B thì trong ống dây A xuất hiện một dòng điện cảm ứng

2. Xác định chiều dòng điện cảm ứng trong ống dây A khi tăng R.

Bài toán I.66

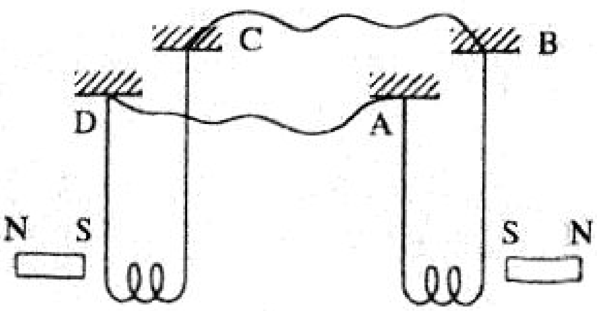
Thả một thanh nam châm thẳng rơi qua lòng một ống dây đặt thẳng đứng. Hỏi thanh nam châm rơi như thế nào khi:

1. Ống dây khép kín mạch

2. Ống dây để mạch hở

Bài toán I.67

Có hai cuộn dây A và B và hai thanh nam châm được bố trí như hình 1.13 Có gì xảy ra ở ống dây A khi cho ống dây B dao động trước thanh nam châm bên phải trong hai trường hợp sau:



Hình I.13

1. Theo phương vuông góc với trục thanh nam châm?

2. Theo phương song song với trục thanh nam châm?

Bài toán I.68

Một điểm tích dương chuyển động vào trong một từ trường đều . Hỏi điểm tích chuyển động theo quỹ đạo có hình dạng như thế nào khi:

1. Bay theo chiều vuông góc với các đường cảm ứng từ?

2. Bay theo chiều tạo với các đường cảm ứng từ một góc nhọn nào đó?

Bài toán I. 69

Một dây dẫn thẳng khép kín mạch chuyển động cắt ngang các đường cảm ứng từ của một từ trường .Không dùng quy tắc bàn tay phải mà dùng định luật Lentz, xác định chiều dòng điện cảm ứng trong dây.

Bài toán I. 70

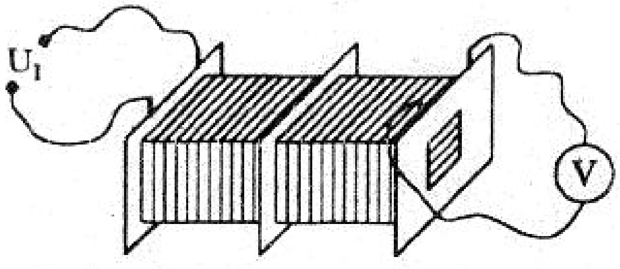
Giữa máy phát điện một chiều và máy phát điện xoay chiều có gì giống nhau và khác nhau:

1. Về mặt nguyên tắc hoạt động

2. Về mặt cấu tạo

3. Về mặt vận hành

Bài toán I.71



Hình I.14

Để minh hoạ nguyên tắc hoạt động của máy biến thế 3. Một giáo viên đã làm thí nghiệm như sau

Ông ta đã dùng hai cuộn dây, mỗi cuộn gồm

1000 vòng dây cuốn quanh một lõi sắt có 3 đầu ra: giữa hai đầu là một nghìn vòng rồi đặt hai đầu của hai cuộn tiếp xúc với nhau (hình 1.14)

Mắc hai đầu một cuộn 2000 vòng dây vào hiệu điện thế xoay chiều 15 V

Dùng vôn kế ở thang đo 200V lần lượt đo hiệu điện thế ở hai đầu 2000 vòng dây và 1000 vòng dây và thu được kết quả: vôn kế chỉ 4V và 1,8V

Giáo viên nói đây là nguyên tắc hoạt động của máy biến thế.

Như đã biết về mặt lý thuyết: nếu máy biến thế để mạch hở (ở đây vôn kế để ở thang đo 200V có điện trở rất lớn) ta có hệ thức:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

nên trong thí nghiệm này vôn kế phải chỉ 15V và 7,5V. Vậy ở đây:

1. Giáo viên đã phạm sai lầm gì về mặt thiết kế thí nghiệm để dẫn đến kết quả sai?

2. Có nên dùng vôn kế ở thang đo 200V để đo các hiệu điện thế vài vôn không?

3. Với những kết quả như vậy mà đưa ra nguyên tắc hoạt động của máy biến thế có đúng không? Thí nghiệm mà giáo viên tiến hành chỉ có thể minh hoạ điều gì?

4. Phát biểu nguyên tắc hoạt động của máy biến thế dựa vào hiện cảm ứng điện từ là có đầy đủ không?

HƯỚNG DẪN. GỢI Ý GIẢI CÁC BÀI TOÁN ĐỊNH TÍNH VÀ THÍ NGHIỆM

I.1. Khi cọ sát tờ báo vào tấm kính hay bao tay len vào tấm nhựa đã làm cho chúng tích điện, bỏ tấm kính tích điện dương còn tấm nhựa tích điện âm.

I.2. Lưỡi cưa và các phoi nhựa tích điện trái dấu và các phoi nhựa bám vào lưỡi cưa.

I.4. Các quả cầu sắt đều bị nhiễm điện do hưởng ứng: hai đầu mỗi quả cầu xuất hiện những lượng điện tích trái dấu bằng nhau. do đó đầu nào nằm tại nơi có cường độ điện trường lớn hơn sẽ chịu tác dụng của lực điện trường lớn hơn và quả cầu sẽ chuyển động về phía lực đó.

I.6. Khi sét đánh vào cây cao sẽ có dòng điện hàng triệu ampe chạy từ cây xuống đất và lan ra trên mặt đất. Khi tì tay vào cây hay đứng dạng chân sẽ tạo thành mạch song song với cây hay đất và có dòng điện cường độ lớn chạy qua người .

I.8. Nối mặt trong quả cầu với điện nghiệm bằng một dây dẫn. Không.

I.9. Khi nối hai quả cầu tích điện với nhau bằng một dây dẫn có sự phân bố lại các điện tích cho đến khi chúng có cùng điện thế:

$$V = \frac{R_1 V_1 + R_2 V_2}{R_1 + R_2}$$

I.10. Như nhau

I.11. Khi thanh nhựa tích điện âm lại gần quả cầu điện nghiệm thì các điện tích âm (êlectron) chạy từ quả cầu xuống các lá điện nghiệm trung hoà bớt điện tích dương làm cho các lá cụp lại. Sau khi trung hoà hết điện tích dương các lá lại tích điện âm và đẩy nhau xoè ra. Khi thanh nhựa tiếp xúc với quả cầu thì các điện tích âm trung hoà hết điện tích dương và các lá vẫn tích điện âm nên vẫn xoè ra.

I.12. 1. Điện trường có cả bên trong và bên ngoài quả cầu

2. Điện tích âm xuất hiện ở mặt trong và điện tích dương xuất hiện ở mặt ngoài quả cầu rỗng.

3a. Điện trường bên trong mặt cầu thay đổi.

3b. Điện trường bên ngoài mặt cầu thay đổi

I.13. Cho quả cầu tiếp xúc với mặt trong cốc.

I.14. Bằng 0

I. 15. 1. Lực điện trường F cân bằng với trọng lực P

2. Hạt bụi chuyển động theo chiều của trọng lực P

I.16. Mạch cầu cân bằng của tụ điện: $C_X = \frac{C}{2}$

$$C = \frac{\varepsilon C}{\varepsilon - 1}$$

I.18. Ở hình 1.4a: Mạch gồm hai tụ điện mắc song song rồi nối tiếp với tụ điện thứ ba

Ở hình 1.4b: Mạch gồm hai tụ điện mắc nối tiếp rồi song song với tụ điện thứ ba

I.20. Thân chim tạo thành mạch song song với đoạn dây giữa hai chân chim có điện trở rất nhỏ so với điện trở của thân chim.

Thân người tạo thành mạch song song với đoạn dây giữa hai tay có điện trở rất nhỏ nên dòng điện chạy qua người cũng rất nhỏ không đủ giật chết người. Nhưng khi đó thân người đã tạo với mặt đất một tụ điện và một dòng điện dịch có cường độ lớn qua người khiến người bị điện giật chết.

I.21. Cấu tạo của pin hoá học gồm hai vật dẫn khác chất nhau nhúng trong một dung dịch điện phân.

I.22. Khi pin hoạt động kẽm tan dần vào trong dung dịch và vỏ pin bằng kẽm mỏng dần đi.

Kim loại nào hoạt động hoá học mạnh hơn (sắt) sẽ bị ăn mòn (rỉ).

I.23. Vì pin có điện trở trong tương đối lớn nên hiệu điện thế hai cực nhỏ hơn suất điện động.

I.25. Không,chỉ được duy nhất một pin.

I.26. 1. Bóng đèn có công suất lớn hơn sẽ sáng hơn.

2. Bóng đèn nào tiêu thụ một công suất lớn sẽ sáng hơn

3. Không được. Quạt chạy chậm hơn mức bình thường.

I.27. Mắc nối tiếp với bóng đèn cùng công suất và cùng hiệu điện thế định mức với quạt

I.28. Chia thành hai nhóm song song mắc nối tiếp với điều kiện tổng công suất định mức của hai nhóm phải bằng nhau.

I.29. Đèn ở mạch chính.

I.30. Độ sáng của các bóng 110V – 25 W tăng lên.

I.31. Vì điện trở chỗ nối lớn hơn những chỗ khác trên dây

Điện trở tiếp xúc của chỗ nối lớn hơn điện trở đoạn dây cần dùng để nối nên điện trở bếp điện tăng lên chứ không phải giảm đi, do đó công suất tiêu thụ của bếp giảm chứ không tăng.

I.32. Nguyên nhân làm dây dẫn nóng lên là do dòng điện toả nhiệt và dây nằm trong vùng toả nhiệt đó sẽ hấp thụ nhiệt và nóng lên. Nếu nhiệt lượng toả ra trao đổi nhanh với môi trường chung quanh thì dây sẽ hấp thụ được ít nhiệt lượng và nóng lên ít. Ngoài ra, nhiệt độ nóng lên của dây còn phụ thuộc khối lượng (dây to hay nhỏ) của dây. Nhiệt lượng do dòng điện toả ra ở dây dẫn bọc nhựa trao đổi ít với môi trường chung quanh (nhựa là chất cách nhiệt tốt) nên nóng lên nhiều hơn dây để trần.

I.33. Ở nhiệt độ cao kim loại làm dây tóc bay hơi khiến cho tiết diện và khối lượng của dây giảm và do đó điện trở của dây tăng, công suất tiêu thụ của đèn giảm.

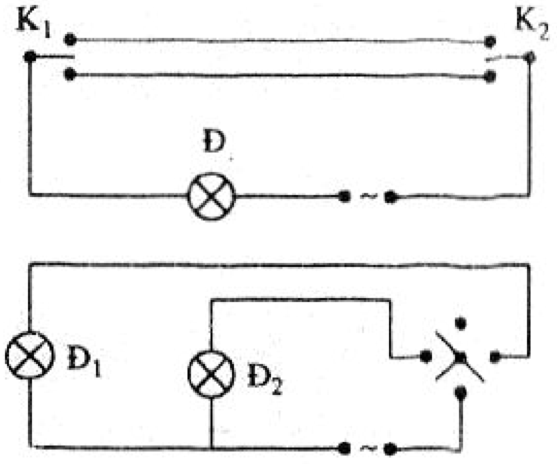
Khí trơ không có tác dụng hoá học với kim loại làm dây tóc và khí ở áp suất thấp cách nhiệt rất tốt.

I.34. Nếu dây tóc bằng kim loại thì khi nhiệt độ tăng dần điện trở của dây tăng dần và cường độ dòng điện qua dây giảm dần. Dây tóc đèn làm bằng than thì ngược lại.

I.35. Xem 1.32

I.36. Tăng lên hai lần

I.37. Không .Lập biểu thức cường độ dòng điện do amp kế chỉ sẽ thấy nó không tỷ lệ nghịch với điện trở vì ampe kế và von kế đều có điện trở làm ảnh hưởng đến kết quả đo



Hình I.15

I.38. Mắc một sơn song song với bóng đèn.

I.39. Xem hình 1.15

I.40. 1. Hiệu suất đun nước của dây may so ngâm trực tiếp trong nước lớn hơn.

2. Bằng nhiệt độ sôi của nước.

3. Dây nóng lên nhiệt độ rất cao và đứt.

I.41. Không đúng. Ở hiệu điện thế 127 V nhiệt độ của tóc đèn nhỏ hơn hơn ở hiệu điện thế 220 V nên điện trở nhỏ hơn .Tỷ số U^2/R giảm đi nhỏ hơn 3 lần.

I.42. Tăng lên và đạt tới cực đại khi bằng suất điện động của nguồn.

I.43. Công suất mạch ngoài cực đại chỉ phụ thuộc suất điện động và điện trở trong của nguồn.

Công suất mạch ngoài cực đại chỉ bằng 9 W nên bóng đèn 12 W không thể sáng bình thường

I.44. Cả hai loại đều dựa vào hiện tượng phóng điện qua khí ở áp suất thấp. Nhưng ở đèn huỳnh quang ánh sáng phát ra từ chất huỳnh quang bám ở thành ống còn ở đèn quảng cáo là do các phân tử khí bị kích thích phát sáng

I.45. H_2SO_4 giữ vai trò dẫn điện

Anốt bằng đồng

I.46. Như nhau vì khối lượng chất thoát ra ở các điện cực không phụ thuộc nồng độ của dung dịch

I.47. Như nhau vì trong cả ba dung dịch Clo đều có hoá trị 1.

I.48. Đều thu được 1 g.

I.49. Lượng đồng thu được ở bình CuCl lớn gấp hai lần lượng đồng thu được ở bình Cu SO_4.

I.51. Dí đầu thanh A vào giữa thanh B mà không thấy thanh A bị hút thì thanh A là sắt, ngược lại thấy thanh A bị hút thì nó là thanh nam châm.

I.52. Thay đổi thành dạng hình tròn

I.54. Dùng vôn kế một chiều xác định dây nào có điện thế cao hơn thì dây đó nối với cực dương của nguồn

Dùng kim la bàn xác định chiều dòng điện chạy trong dây

I.55. Xem sách giáo khoa vật lý lớp 11.

I.56. Dòng a hút dòng b, dòng d hút dòng c; làm cho vòng dây trong quay cho đến nằm trong cùng mặt phẳng với vòng dây ngoài.

I.57. Khi đóng K, dòng điện chạy qua các vòng của lò xo cùng chiều làm cho các vòng hút nhau và lò xo co lại. Đầu dưới lò xo tách khỏi mặt thuỷ ngân và dòng điện bị ngắt. Do có trọng lượng các vòng của lò xo lại giãn ra và đầu dưới của nó lại chạm vào mặt thuỷ ngân...

I.58. Khi đóng K, dòng điện chạy qua hai rãnh thuỷ ngân và qua khung dây đồng. Từ trường do dòng điện chạy qua hai rãnh thuỷ ngân tác dụng lực điện từ lên dòng điện chạy trong ba cạnh của khung và làm khung chuyển động tịnh tiến theo phương song song với hai rãnh thuỷ ngân. dòng điện. Dùng qui tắc cái đinh vít để xác định chiều của các đường cảm ứng từ của từ trường hai dòng điện chạy trong rãnh thuỷ ngân và qui tắc bàn tay trái xác định chiều các lực tác dụng lên các cạnh của khung.

I.59. Khi đóng K có một dòng điện chạy từ trục đĩa xuống thuỷ ngân. Dòng điện này nằm trong từ trường của nam châm chữ U nên bị từ trường tác dung một lực điện từ. Mômen của lực này làm quay đĩa. Dùng qui tắc bàn tay trái sẽ thấy đĩa quay ngược chiều kim đồng hồ.

I.60. 1. Khung dây có dòng điện chạy qua nằm trong từ trường trái đất nên bị các lực điện từ tác dụng và quay cho đến khi mặt phẳng khung vuông góc với các đường cảm ứng từ.

Từ trường của dòng điện cố định cũng tác dụng những lực điện từ lên dòng điện chạy trong khung và làm cho khung quay cho đến khi mặt phẳng khung vuông góc với các đường cảm ứng từ . Lúc đầu mặt phẳng khung song song với các đường cảm ứng từ nên khung quay 1 góc 90^0 (từ trường trái đất quá yếu nên coi như không ảnh hưởng đến sự quay này) .Dùng qui tắc bàn tay trái ta sẽ thấy sau khi quay 90^0 dòng điện ở cạnh trên của khung cùng chiều với dòng điện cố định nên bị dòng này hút và phao nổi lên.

I.61. Vòng dây nằm trong từ trường của dòng điện thẳng nên có từ thông qua mặt phẳng của nó. Khi dòng điện biến thiên, cảm ứng từ tại mặt vòng dây biến thiên làm cho từ thông qua mặt này cũng biến thiên... Dùng định luật Lentz xác định chiều dòng điện cảm ứng trong vòng dây.

I.62. Trong cả ba trường hợp từ thông qua mặt phẳng khung dây không biến thiên.

I.63. Trong cả hai trường hợp từ thông qua các vòng nhôm đều biến thiên và trong từng vòng nhôm đều xuất hiện suất điện động cảm ứng. Nhưng ở vòng hở không có dòng điện cảm ứng nên không bị từ trường của thanh nam châm tác dụng và vòng nhôm đứng yên. Còn trong vòng kín có dòng điện cảm ứng và từ trường của dòng này tương tác với từ trường của nam châm nên bị đẩy và vòng nhôm chạy ra xa làm cho thanh treo quay.

I.64. Vòng nhôm nhảy lên mỗi khi đóng K.Vòng nhôm lên xuống liên tục.

I.65. Khi thay đổi biến trở R cường độ dòng điện qua ông B thay đổi làm cho từ trường do nó sinh ra cũng thay đổi và từ thông qua ống A thay đổi.Theo định luật cảm ứng điện từ trong ống A xuất hiện một suất điện động cảm ứng. Vì ống A khép kín mạch nên trong nó có dòng diện cảm ứng.

Dùng định luật Lentz xác định được chiều dòng điện cảm ứng như ở hình 1.12.

I.66. Nếu ống dây khép kín mạch thì trong ống dây có một dòng điện cảm ứng. Theo định luật Lentz, từ trường của dòng này luôn luôn chống lại sự rơi của thanh nam châm và thanh chỉ rơi nhanh dần mà không đều (gia tốc rơi a luôn luôn nhỏ hơn gia tốc g).

Nếu ống dây không khép kín mạch thì không có gì cản trở và nó sẽ rơi tự do.

I.67. Nếu ống dây B dao động theo phương vuông góc với trục thanh nam châm thì khi nó đi từ vị trí cân bằng ra biên đầu phải của nó xuất hiện cực bắc và khi nó đi từ biên về cân bằng đầu phải của nó lại là cực nam: dòng điện cảm ứng đã đổi chiều. Từ đó suy ra trong một chu kì dao động của ống B dòng điện qua ống A đổi chiều bốn lần và nó bị nam châm bên trái hai lần hút, hai lần đẩy.

Nếu ống B dao động dọc theo trục thanh nam châm thì dòng điện cảm ứng qua ống A chỉ đổi chiều hai lần nên nó chỉ bị thanh nam châm bên trái một lần hút và một lần đẩy.

Dùng định luật Lentz xác định chiều dòng điện cảm ứng trong ống B, từ đó suy ra chiều dòng điện qua ống A và cực của ống A để đi đến kết luận ống A bị nam châm bên trái hút hay đẩy

I.68. 1. Theo quỹ đạo hình tròn

2. Theo quỹ đạo hình xoắn ốc.

I.69. Định luật Lentz có thể phát biểu tổng quát như sau:

"Dòng cảm ứng phải có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra chống lại cái nguyên nhân sinh ra nó" nên ở đây, dòng điện cảm ứng phải có chiều để lực điện từ mà từ trường tác dụng lên nó ngược chiều chuyển động của dây. Biết chiều của lực điện từ dùng quy tắc bàn tay trái xác định chiều dòng điện cảm ứng.

I.70. 1. Giống nhau về mặt nguyên tắc hoạt động: do hiện tượng cảm ứng điện từ trong phần ứng xuất hiện một dòng điện xoay chiều.

2. Trong máy phát điện một chiều nhất thiết rôto phải là phần ứng và có thêm bộ phận góp điện để biến dòng điện xoay chiều ở rôto thành dòng một chiều ở mạch ngoài.

3. Trong máy phát điện xoay chiều có thể rôto là phần ứng nhưng cũng có thể rô to là phần cảm. Nếu rôto là phần ứng thì có thêm bộ phận góp điện để chuyển dòng điện xoay chiều trong rôto ra mạch ngoài.

I.71.1. Nguyên nhân chủ yếu là mạch từ không được khép kín

3. Không đúng. Thí nghiệm mà giáo viên thực hiện chỉ minh họa hiện tượng cảm ứng điện từ.

4. Không đủ mà cần nói đến quan hệ giữa số vòng dây của hai cuộn dây.

Chương II

MỘT SỐ BÀI TOÁN ĐỊNH LƯỢNG VỀ ĐIỆN TÍCH VÀ ĐIỆN TRƯỜNG

Có thể hiểu bản chất của lực tương tác Coulohmb như sau:

Bất cứ một vật mang điện nào cũng sinh ra chung quanh nó một điện trường. Một điểm tích nằm trong điện trường đó sẽ bị điện trường tác dụng một lực gọi là lực điện trường:

$$F = qE\,.$$

Đó chính là lực mà Coulomb đã phát hiện và bằng thực nghiệm đã xây dựng công thức tính các lực tương tác Coulomb.

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2}\,.$$

ε là hằng số điện môi của môi trường cách điện chứa điểm mà ở đó cần tính cường độ điện trường và điểm tích mà ta cần tính lực tác dụng lên nó.

Cường độ điện trường và lực điện trường là những đại lượng vectơ, có liên hệ chặt chẽ với nhau về độ lớn cũng như về chiều. Nếu tìm được lực điện trường tác dụng lên một điển tích (hay lực tương tác Coulomb) thì suy ra cường độ điện trường và ngược lại.

Điện trường có khả năng thực hiện công nên có dự trữ năng lượng. Đại lượng đặc trưng cho dự trữ thế năng của điện trường tại một điểm gọi điện thế ,được đo bằng công làm chuyển rời một đơn vị điện tích từ điểm đó đến vô cực hay ngược lại.

$$V_c = \frac{A_{c\infty}}{q}.$$

Đại lượng đặc trưng cho độ chênh lệch về dự trữ thế năng của điện trương tại hai điểm gọi là hiệu điện thế, được đo bằng công làm chuyển rời một đơn vị điện tích từ điểm này đến điểm kia:

$$V_C - C_D = U_{CD} = \frac{A_{CD}}{q}.$$

Trong điện trường đều thì $A_{CD} = qEd$ nên $V_C - V_D = U_{CD} = Ed$

Trong đó d là khoảng cách dọc theo đường sức giữa hai điểm có hiệu điện thế U.

Thực chất của các bài toán về điện tích và điện trường là khảo sát trạng thái đứng yên hay chuyển động của các điểm tích về mặt động học ,động lực học và năng lượng.

Có thể xảy ra các hiện tượng sau:

1. Một điểm tích được giữ cố định trong điện trường của nhiều điểm tich cố định khác

2. Một điểm tích chuyển động đồng thời trong điện trường đều và điện trường của một số điểm tích cố định.

3. Một điểm tích đứng cân bằng hay chuyển động không những dưới tác dụng của lực điện trường mà còn dưới tác dụng

của các lực cơ học khác như trọng lực, lực căng, lực đẩy Achimede...

Vì thế có thể vạch ra một chiến lược chung cho việc giải các loại bài toán này:

1/ Xét xem điểm tích chịu tác dụng của bao nhiêu lực và vẽ tất cả các vectơ lực đó.

2/ Xét trạng thái của điểm tích để quyết định các bước giải tiếp bài toán:

+ Nếu điểm tích bị giữ cố định trong điện trường của nhiều điểm tích cố đinh thì vẽ vectơ hợp lực của các lực theo quy tắc hình bình hành rồi dựa vào hình vẽ tính hợp lực này theo các định lý hình học.Dùng công thức $E = \frac{F}{q}$ để tính cường độ điện trường tại điểm đặt điểm tích.

Cũng có thể vẽ tất cả các vectơ cường độ điện trường rồi vẽ và tính vectơ cường độ điện trường tổng hợp . Dùng công thức

$F = qE$ để tính lực tổng hợp.

Chú ý 1. Nếu vật tích điện có kích thước lớn thì phải chia nó thành những mẩu nhỏ sao cho mỗi mẩu tích điện coi như một điểm tích

Chú ý 2: Nếu điểm tích nằm trong điện môi thì phải quan tâm đến hằng số điện môi của môi trường.

+ Nếu điểm tích chịu tác dụng của các lực điện trường và các lực cơ học mà ở trạng thái cân bằng (thường là các quả cầu tích điện treo vào các sợi dây) thì vẽ vectơ hợp lực R của các lực cơ học và vectơ hợp lực F của các lực điện rồi viết phương trình cân bằng lực :

$$R = F$$

Đi tìm các hợp lực theo các lực thành phần rồi thay vào phương trình mà giải.

Việc vẽ các vectơ hợp lực như trên có thể lý giải như sau : nếu đột nhiên điện tích của các quả cầu tích điện biến mất thì hợp lực của các lực cơ học kéo nó về đến vị trí mà hợp lực của các lực này bằng không.

Dĩ nhiên có thể vẽ hợp lực của lực điện trường và lực cơ học nhưng đó chỉ là một giải pháp toán học chứ không có ý nghĩa vật lý.

+ Nếu điểm tích chuyển động trong điện trường đều thì phải xác định góc β hợp bởi vận tốc đầu v_0 và chiều của lực điện trường để quyết định việc giải tiếp theo:

- Nếu $\beta = 0$: Chất điểm chuyển động thẳng dọc theo đường sức.

- Nếu $\beta = 90^\circ$: chất điểm chuyển động theo quỹ đạo parabon có cực tiểu (giống như chuyển động của vật ném ngang)

- Nếu β tù: Chất điểm chuyển động theo quỹ đạo parabon có cực đại (giống như chuyển động của vật ném xiên lên)

- Nếu β nhọn: Chất điểm chuyển động theo quỹ đạo parabon có cực tiểu (giống như chuyển động của vật ném xiên xuống).

Để dễ khảo sát quỹ đạo ta dùng phương pháp toạ độ với hai trục toạ độ Ox vuông góc với đường sức và Oy song song với đường sức và coi như điểm tích tham gia đồng thời hai chuyển động : thẳng đều theo chiều Ox và biến đổi đều theo chiều Oy với các phương trình chuyển động sau:

$$x = v_{ox} t$$

$$y = \pm \frac{ar^2}{2} + v_{oy}t.$$

Để vẽ quỹ đạo ta lập phương trình quỹ đạo y = f (x) . Đồ thị của hàm số này phản ánh chính xác hình dạng quỹ đạo theo một tỷ xích nào đó.

Muốn xác định vị trí của điểm tích ở một điểm nào đó trên quỹ đạo ta xác định toạ độ x và y của nó rồi thay vào phương trình quỹ đạo mà giải.

Muốn xác định vận tốc và góc lệch β của quỹ đạo ở một thời điểm nào đó ta phân tích vectơ vận tốc $\vec{v}$ thành hai vectơ : $\overrightarrow{v_x}$ theo phương Ox và $\overrightarrow{v_y}$ theo phương Oy và dùng các công thức:

$$v = \sqrt{v_x^{\ 2} + v_y^{\ 2}} \quad \text{và} \quad tg\beta = \frac{v_y}{v_x}$$

Với:

$$v_o = v_{ox} \quad \text{và} \quad v_y = \pm at + v_{oy}$$

Cũng có thể dùng định luật bảo toàn cơ năng để tính vận tốc

Chú ý. Nếu trong điện trường có hai điểm tích chuyển động cần quan tâm đến lực tương tác Coulohmb giữa chúng.

Ví dụ II.1

Có hai điểm tích $q_1 = 10^{-6}$ C và $q_2 = -10^{-6}$ C đặt cố định trong không khí và cách nhau 10 cm. Tìm lực tác dụng lên một điểm tích $q = 10^{-3}$ C lần lượt đặt tại các điểm sau:

1. Điểm A nằm trên đường thẳng chứa q_1 và q_2 cách q_1 4 cm, cách q_2 6 cm.

2. Điểm B cách đều q_1 và q_2 những khoảng 8 cm.

3. Điểm C cách q_1 8 cm , cách q_2 6 cm.

4. Tìm cường độ điện trường tại những điểm trên.

Bài giải:

Điểm tích q nằm trong điện trường của hai điểm tích q_1 và q_2 nên trong cả ba trường hợp điểm tích q đều chịu tác dụng của hai lực: lực F_1 mà q_1 đẩy q và lực F_2 mà q_2 hút q. Các lực F_1 và F_2 được tính theo các công thức:

$$F_1 = k\,\frac{|q_1|\,|q|}{r_1^2} \quad ; \quad F_2 = k\,\frac{|q_2|\,|q|}{r_2^2}$$

Thay số vào từng trường hợp ta tính được:

1. Ta có:

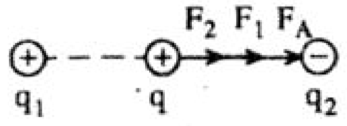
$$F_1 = 9.10^9\,\frac{10^{-6}.\,10^{-3}}{16.10^{-4}} = \frac{9}{16}\,10^4\ \text{N}$$

$$F_2 = 9.10^9\,\frac{10^{-6}.\,10^{-3}}{36.10^{-4}} = \frac{1}{4}\,10^{+4}\ \text{N}$$

Hợp lực như hình 2.1a

$$\Rightarrow\ \overrightarrow{F_A} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$$

$$\Leftrightarrow\ F_A = F_1 + F_2 = \frac{13}{16}.10^{+4}\ \text{N}$$



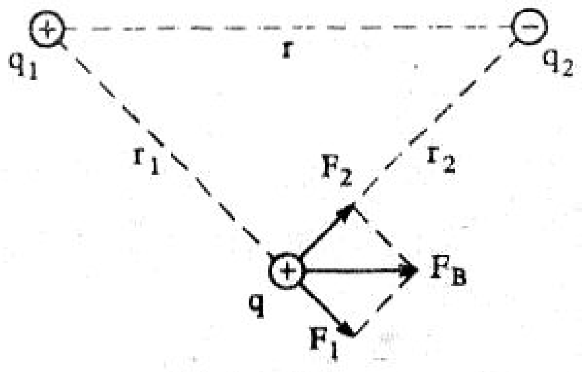
Hình 2.1a

2. Ta có: $F_1 = F_2 = \dfrac{9}{64}\,10^4\ \text{N}$

Hợp lực như hình 2.1.b

$$\Rightarrow\ \overrightarrow{F_B} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$$

$$\Leftrightarrow F_B = F_1\,\frac{r}{r_1} = 1{,}75.10^3\ \text{N}$$



Hình 2.1b

3. Ta có:

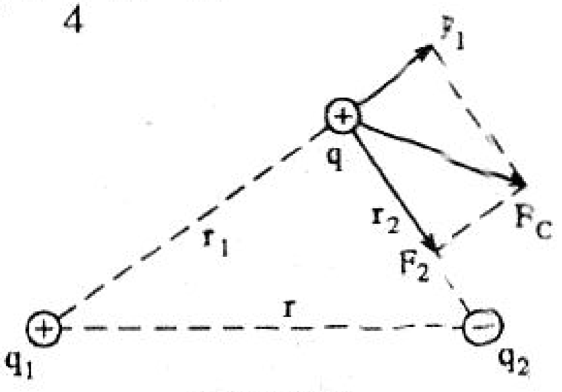
$$F_1 = \frac{9}{64} 10^4 \text{ N} \quad ; \quad F_2 = \frac{1}{4} 10^4 \text{ N}$$

Hợp lực như hình 2.1c

$\Rightarrow \overrightarrow{F_C} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$

$\Leftrightarrow F_C = \sqrt{F_1^{\ 2} + F_2^{\ 2}} = 2{,}27.10^3 \text{ N}$

$F_C = \sqrt{F_1^{\ 2} + F_2^{\ 2}} = 2{,}87.\ 10^3 \text{ N}$



Hình 2.1c

4. Cường độ điện trường được tính theo công thức :

$$E = \frac{F}{q}$$

$\Rightarrow$ Ta có:

$$E_A = \frac{13}{16} 10^7 \frac{V}{m}$$

$$F_B = 1{,}75.10^6 \frac{V}{m} \quad ; \quad E_C = 2{,}87.10^6 \frac{V}{m}$$

Ví dụ II.2

Có 6 điểm tích q giống nhau đặt cố định ở 6 đỉnh một lục giác đều có cạnh là a. Tìm lực tác dụng lên một trong 6 điểm tích đó.

Bài giải:

Mỗi điểm tích nằm trong 5 điện trường của 5 điểm tích khác nên chịu tác dụng của 5 lực

Các vectơ lực tác dụng lên một trong 6 điểm tích được vẽ ở hình 2.2

Dùng quy tắc hình bình hành lần lượt vẽ vectơ hợp lực của từng cặp lực:

Vẽ các vectơ hợp lực $\overrightarrow{F_{24}}$ của các lực $\overrightarrow{F_2}$ và $\overrightarrow{F_4}$, $\overrightarrow{F_{15}}$ của các lực $\overrightarrow{F_1}$ và $\overrightarrow{F_5}$, $\overrightarrow{F}$ của các lực $\overrightarrow{F_{24}}$, $\overrightarrow{F_{15}}$ và $\overrightarrow{F_6}$.

Vì các vectơ lực $\overrightarrow{F_{24}}$, $\overrightarrow{F_{15}}$ và $\overrightarrow{F_6}$ cùng phương, cùng chiều nên:

$$F = F_{24} + F_{15} + F_6$$

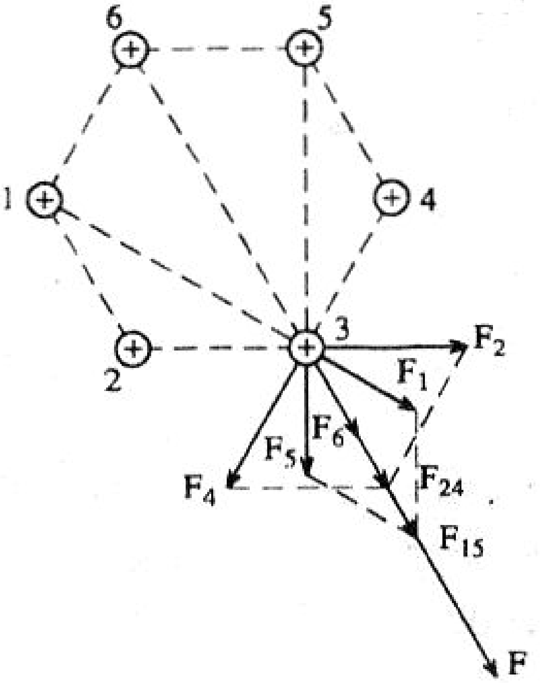
với

$$F_6 = \frac{kq^2}{4\varepsilon a^2}$$

Trong hình thoi có hai cạnh là hai vectơ $\overrightarrow{F_2}$ và $\overrightarrow{F_4}$ hợp với nhau một góc 120^0 nên:

$$F_{24} = F_4 = \frac{kq^2}{4\varepsilon a^2}$$

Trong hình thoi có hai cạnh là hai vectơ $\overrightarrow{F_1}$ và $\overrightarrow{F_5}$ hợp với nhau một góc 60^0 nên:



Hình 2.2

$$F_{15} = 2F_1 \cos 30^\circ = \frac{kq^2\sqrt{3}}{3\varepsilon a^2}$$

Vậy:

$$F = \frac{kq^2}{\varepsilon a^2}\left(1 + \frac{1}{4} + \frac{\sqrt{3}}{3}\right) = \frac{kq^2}{12\varepsilon a^2}(15 + 4\sqrt{3})\ (N)$$

Ví dụ II..3

Có hai quả cầu cùng chất có khối lượng riêng ρ_2 cùng bán kính r lồng vào một thanh cách điện ngâm thẳng đứng trong *dầu hỏa có khối lượng riêng ρ_1 và có hằng số điện môi ε. Quả cầu trên được giữ cố định , quả cầu dưới dịch chuyển không ma sát dọc theo thanh. Cứ Z nguyên tử của quả cầu trên lấy đi một êlectron và chuyển xuống quả cầu dưới. Muốn quả cầu dưới ở trạng thái cân bằng thì phải đặt nó cách quả trên một khoảng R bằng bao nhiêu?*

Bài giải:

Giả sử có n nguyên tử bị lấy đi n êlectron và chuyển sang quả cầu dưới thì quả cầu trên sẽ tích điện + ne và cầu dưới tích điện - ne và giữa hai quả cầu có lực hút Coulohmb:

$$F_C = k\frac{n^2 e^2}{\varepsilon R^2}$$

R là khoảng cách giữa hai tâm cầu.

Khi ở vị trí cân bằng quả cầu dưới chịu tác dụng của 3 lực: lực hút Coulomb $\overrightarrow{F_C}$, trọng lực $\overrightarrow{P}$ và lực đẩy Archimedes $\overrightarrow{F_A}$ (hình 2.3). Vì quả cầu này đứng yên nên ta có phương trình cân bằng lực:

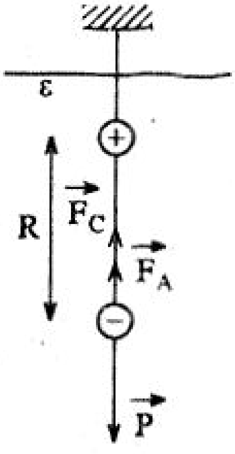
$$F_C + F_A - P = 0 \qquad (1)$$

Với:

$$P = mg = V\rho_2 g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_2 g$$

$$F_A = V\rho_1 g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 g$$

Số nguyên tử trong mỗi quả cầu là:



Hình 2.3

$$N = N_A \frac{m}{A} = \frac{4}{3A} N_A \pi r^3 \rho_2$$

N_A là số Avôgadrô

Số êlectron được chuyển:

$$n = \frac{N}{Z} = \frac{4 N_A \pi r^3 \rho_2}{3AZ}$$

Thay tất cả vào phương trình (1) ta được:

$$R = \frac{2eN_A \rho_2 r}{AZ} \sqrt{\frac{k\pi r}{3g(\rho_2 - \rho_1)\varepsilon}}$$

Ví dụ II.4

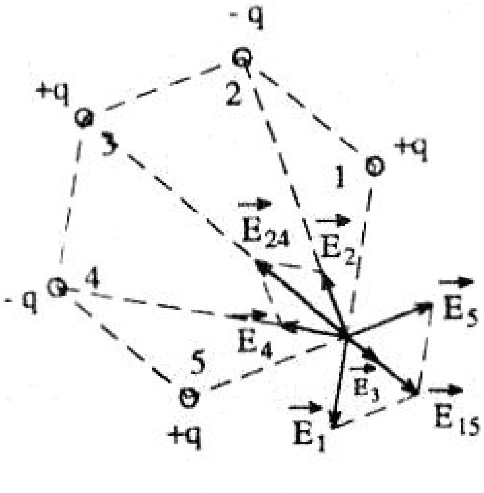
Có ba điểm tích +q và hai điểm tích -q đặt xen kẽ ở năm đỉnh một lục giác đều có cạnh là a. Tìm cường độ điện trường ở đỉnh còn lại. Tìm lực tác dụng lên một điểm tích Q đặt tại điểm trên.

Bài giải

Ở điểm B có 5 cường độ điện trường được biểu diễn bằng 5 vectơ như ở hình 2.4:

Vectơ cường độ điện trường tổng hợp $\vec{E}_{15}$ là đường chéo của hình thoi có hai cạnh là hai vectơ $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_5$ hợp với nhau một góc 120°:

$$E_{15} = E_1 = k\frac{q}{\varepsilon a^2}$$



Hình 2.4

Vectơ cường độ điện trường tổng hợp $\vec{E}_{24}$ là đường chéo của hình thoi có hai cạnh là hai vectơ $\vec{E}_2$ và $\vec{E}_4$ hợp với nhau một góc 60°:

$$E_{24} = 2E_2 \cos 30^\circ = k\frac{q}{3\varepsilon a^2}\sqrt{3}$$

$$E_3 = k\frac{q}{4\varepsilon a^2}$$

Vectơ cường độ điện trường tổng hợp $\vec{E}$ của 3 vectơ $\vec{E}_3$, $\vec{E}_{24}$ và $\vec{E}_{15}$:

$$E_B = E_3 + E_{15} - E_{24}$$

$$E_B = k\frac{q}{12\varepsilon a^2}(15 - 4\sqrt{3})$$

3. Áp dụng công thức $F = qE$:

Ta tính được lực tác dụng lên điểm tích Q đặt tại O và B :

$$F_B = k\frac{qQ}{12\varepsilon a^2}(15 - 4\sqrt{3})\,(N)$$

Ví dụ II.5

Có ba điểm tích +3q , -2q và +3q nằm cố định ở ba đỉnh một tứ diện đều có cạnh là R.

Tìm cường độ điện trường ở đỉnh còn lại

Bài giải:

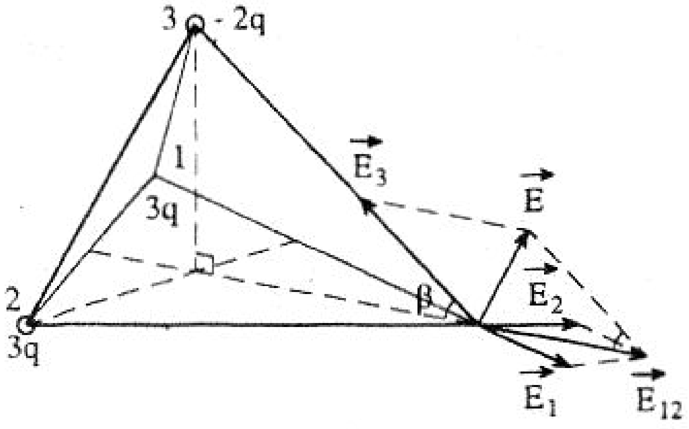
Ba vectơ cường độ điện trường $\overrightarrow{E_1}$, $\overrightarrow{E_2}$ và $\overrightarrow{E_3}$ được vẽ ở hình 2.5:

Vectơ cường độ điện trường tổng hợp $\overrightarrow{E_{12}}$ là đường chéo của hình thoi có hai cạnh là hai vectơ cường độ điện $\overrightarrow{E_1}$ và $\overrightarrow{E_2}$ hợp với nhau một góc 60°:

$$E_{12} = 2E_1 \cos 30^o = k\,\frac{3q}{\varepsilon R^2}\,\sqrt{3}$$

$$E_3 = k\,\frac{2q}{\varepsilon R^2}$$

Vectơ cường độ điện trường tổng hợp $\overline{E}$ là đường chéo của hình bình hành có hai cạnh là hai vectơ $\overrightarrow{E_{12}}$ và $\overrightarrow{E_3}$:



Hình 2.5

$$E = \sqrt{E_{12}{}^2 + E_3{}^2 - 2E_{12}E_3\cos\beta}$$

với:

$$\cos\beta = \frac{R\sqrt{3}}{3R} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Rút ra:

$$E = \frac{kq\sqrt{19}}{\varepsilon R^2}$$

Ví dụ II.6

Một vòng dây dẫn cố định , bán kính R , tích điện + Q phân bố đều trên dây ($\varepsilon = 1$)

1. Tìm cường độ điện trường ở tâm O vòng dây và ở một điểm B nằm cách O một khoảng R trên đường thẳng đi qua tâm O và vuông góc với mặt phẳng vòng dây.

2. Tại điểm B đặt một điểm tích + q. Tìm lực tác dụng lên điểm tích này. Nếu điểm tích này được tự do nó sẽ chuyển động như thế nào?

3. Muốn điểm tích q không chuyển động thì ở một điểm C nằm đối xứng với B qua O phải đặt một điểm tích q′ có dấu và điện tích như thế nào?

Bài giải:

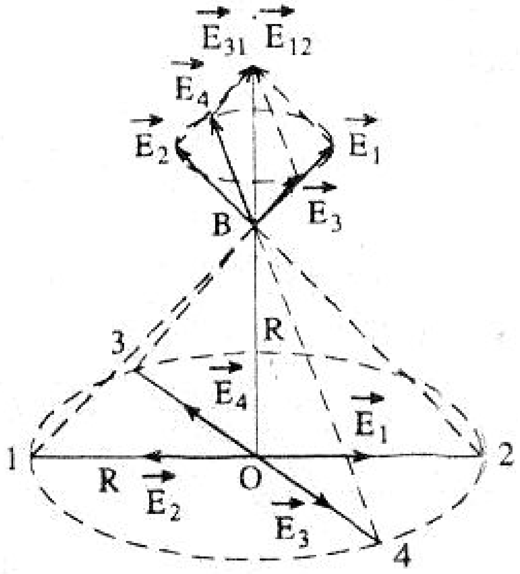
1- Tìm cường độ điện trường ở tâm O

Vì công thức tính cường độ điện trường chỉ dùng cho điểm tích nên cần chia vòng dây thành 2n đoạn dài bằng nhau với n đủ lớn để mỗi đoạn đủ ngắn sao cho khi tích điện có thể coi như một điểm tích.

Điện tích mỗi đoạn:

$$q = \frac{Q}{2n}$$

Nếu xét từng cặp đoạn dây nằm đối xứng nhau qua tâm O thì vectơ cường độ điện trường của chúng ngược chiều và cùng độ lớn nên triệt tiêu nhau, do đó cường độ điện trường tổng hợp tại O bằng không (hình 2.6).



Hình 2.6

2 - Tìm cường độ điện trường tại B:

Hình 2.6 vẽ vectơ cường độ điện trường của từng cặp đoạn 1 và 2, 3 và 4, 5 và 6... và các vectơ tổng hợp của từng cặp $\overrightarrow{E_{12}}, \overrightarrow{E_{34}}, \overrightarrow{E_{56}}$ ... Các vectơ này đều là đường chéo của hình vuông có các cạnh là các vectơ thành phần:

$$E_{12} = E_{34} = E_{56} = ... = E_1\sqrt{2} = k\,\frac{Q}{4\varepsilon R^2 n}\sqrt{2}$$

Cường độ điện trường tại B:

$$E_B = E_{12} + E_{34} + E_{56} ...... = n\,E_{12}$$

$$E_B = k\,\frac{nQ}{2n.2\varepsilon R^2}\,\sqrt{2} = k\,\frac{Q}{4\varepsilon R^2 n}\sqrt{2}$$

Điểm tích q nằm tại B sẽ bị điện trường của vòng dây tác dụng một lực:

$$F_B = qE_B = \frac{kqQ\sqrt{2}}{4\varepsilon R^2 n}$$

Nếu q được tự do, nó sẽ chuyển động nhanh dần theo chiều của lực F_B với gia tốc giảm dần

3. Điểm tích +q đặt tại B sẽ bị điện trường của vòng dây tích điện cùng dấu đẩy ra xa. Vì thế, muốn q ở trạng thái cân bằng phải tác dụng lên nó một lực ngược chiều với F_B. Điều đó có thể đạt được khi đặt tại điểm C đối xứng với B qua O một điểm tích q' tác dụng lên q một lực F_B':

$$F'_B = k\,\frac{q|q'|}{4\varepsilon R^2}$$

F_B' cân bằng với F_B:

$$\frac{kq\,|q'|}{4\varepsilon R^2} = \frac{kqQ\,\sqrt{2}}{4\varepsilon R^2}$$

suy ra:

$$|q'| = Q\,\sqrt{2} \text{ (q' mang dấu âm)}$$

Ví dụ II.7

Có ba cầu nhỏ giống nhau khối lượng m treo vào ba sợi dây cùng chiều dài l, điểm treo chung. Nếu cho ba quả cầu tích điện như nhau thì chúng đẩy nhau ra đứng ở ba đỉnh một tam giác đều có cạnh là a. Tìm điện tích q của mỗi cầu. Cho ε = 1

Bài giải:

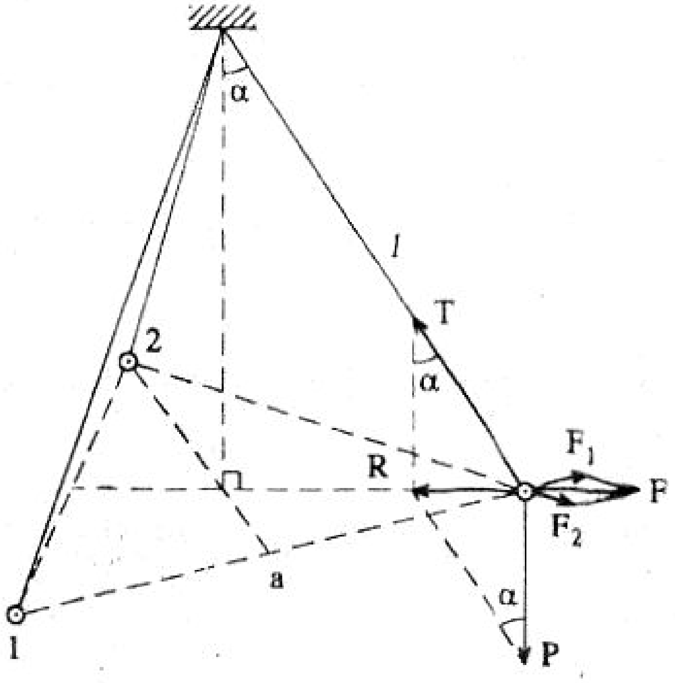
Hình 2.7 vẽ vị trí của các quả cầu khi chúng ở trạng thái cân bằng.

Mỗi quả cầu chịu tác dụng của các lực:

- trọng lực $\vec{P}$

- lực căng $\vec{T}$ của sợi dây

- hai lực đẩy Coulomb



Hình 2.7

Vẽ vectơ hợp lực $\vec{R}$ của hai lực $\vec{T}$ và $\vec{P}$ và vectơ hợp lực $\vec{F}$ của hai lực Coulohmb $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$

Hai vectơ hợp lực này nằm trên mặt phẳng ngang và cân bằng nhau:

$$R = F \tag{1}$$

Trong tam giác vuông có các cạnh là vectơ $\overrightarrow{P}$ và vectơ $\overrightarrow{R}$ ta có:

$$R = P\,\mathrm{tg}\,\alpha = mg\,\mathrm{tg}\,\alpha$$

với:

$$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{a\sqrt{3}}{3\sqrt{\dfrac{3l^2 - a^2}{3}}} = \frac{a}{\sqrt{3l^2 - a^2}}$$

$$R = \frac{amg}{\sqrt{31^2 - a^2}} \qquad (2)$$

Trong hình thoi có các cạnh là vectơ F_1 và F_2 hợp với nhau một góc 60° nên:

$$F = 2F_1 \cos 30^\circ = k\frac{q^2}{a^2}\sqrt{3} \qquad (3)$$

Thay (2) và (3) vào (1) ta được:

$$\frac{amg}{\sqrt{31^2 - a^2}} = k\frac{q^2}{a^2}\sqrt{3}$$

Rút ra:

$$q = \pm\frac{a\sqrt{amg}}{\sqrt{k\sqrt{3}\,(31^2 - a^2)}} \quad (C)$$

Ví dụ II.8

Có n quả cầu nhỏ giống nhau cùng chất khối lượng riêng ρ treo vào n sợi dây cùng chiều dài, điểm treo chung. Nếu cho n quả cầu tích điện như nhau rồi ngâm cả hệ vào trong điện môi lỏng có khối lượng riêng ρ' thì góc lệch của n sợi dây giữ nguyên như trong không khí. Tìm hằng số điện môi ε của chất lỏng.

Bài giải:

Vị trí của mỗi quả cầu trong không khí và trong điện môi lỏng được vẽ ở hình 2.8

Trong không khí mỗi quả cầu chịu tác dụng của n - 1 lực: trọng lực $\vec{P}$, lực căng $\vec{T}$ của sợi dây và n - 1 lực đẩy Coulomb có hợp lực $\vec{F}$. Hợp lực $\vec{R}$ của hai lực $\vec{P}$ và $\vec{T}$ cân bằng với hợp lực $\vec{F}$.

$$R = F \qquad (1)$$

Trong điện môi lỏng, mỗi quả cầu chịu tác dụng của các lực : trọng lực $\vec{P}$, lực căng $\vec{T}'$, lực đẩy Archimede $\overrightarrow{F_A}$ và n - 1 lực đẩy Coulomb có hợp lực $\vec{F}'$.

Vẽ vectơ hợp lực $\vec{Q}$ của hai lực $\vec{P}$ và $\overrightarrow{F_A}$ rồi vẽ vectơ hợp lực $\vec{R}'$ của hai lực $\vec{Q}$ và $\vec{T}'$.

Hợp lực $\vec{R}'$ cân bằng với hợp lực $\vec{F}'$:

$$R' = F' \qquad (2)$$

Chia (1) cho (2):

$$\frac{R}{R'} = \frac{F}{F'}$$

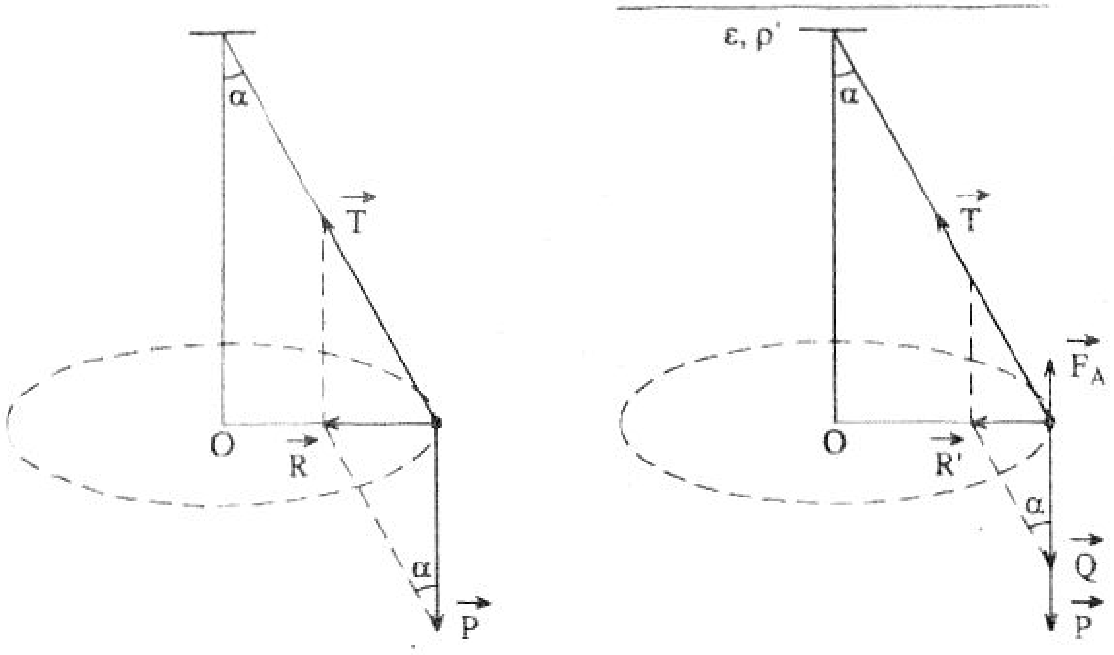
Như đã biết ,một vật ngâm trong chất lỏng sẽ bị chất lỏng đẩy lên một lực Archimede đúng bằng trọng lượng của khối chất lỏng bị vật chiếm chỗ nên:

$$F_A = V\rho' g$$

Gọi α là góc hợp sợi dây và phương thẳng đứng trong cả hai trường hợp:

$$R = P\,\mathrm{tg}\,\alpha = mg\,\mathrm{tg}\,\alpha = V\rho g\,\mathrm{tg}\,\alpha$$

$$R' = Q\,\mathrm{tg}\,\alpha = (P - F_A)\,\mathrm{tg}\,\alpha = (\rho - \rho')Vg\,\mathrm{tg}\,\alpha$$


α
$\vec{T}$
O
$\vec{R}$
α
$\vec{P}$
ε, ρ'
α
$\vec{T}$
$\vec{F}_A$
O
$\vec{R'}$
α
$\vec{Q}$
$\vec{P}$

Hình 2.8

Vì lực tương tác Coulomb trong điện môi nhỏ thua lực tương tác Coulomb trong không khí ε lần nên hợp lực của chúng cũng nhỏ thua nhau ε lần:

$$\frac{F}{F'} = \varepsilon$$

$$\Leftrightarrow \qquad \frac{V\rho g\, tg\alpha}{(\rho - \rho')\, Vg\, tg\alpha} = \frac{F}{F'} = \varepsilon$$

Suy ra:

$$\frac{\rho}{\rho - \rho'} = \varepsilon$$

Chú ý. Kết quả này đúng trong mọi trường hợp gồm số quả cầu bất kì.

Ví dụ II.9

Có một điện trường đều cường độ $E = 10\ V/m$. *Từ một điểm* *O trong điện trường bắn một điểm tích có điện tích* $q = 10^{-3}\ C$, *khối lượng m = 10^{-3} g với vận tốc v_o = 100 m/s theo phương song song với đường sức.*

1. Bắn điểm tích theo chiều nào thì nó chuyển động chậm dần đều.

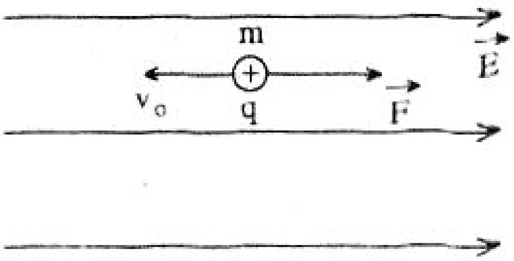
2. Điểm tích chuyển động được một đoạn bằng bao nhiêu thì dừng lại? Tìm công của điện trường thực hiện trên đoạn đường đó.

3. Sau khi dừng lại điểm tích tiếp tục chuyển động như thế nào?

Bài giải:

1.Vì đầu bài toán không nói đến chiều điện trường nên coi như bỏ qua trọng lực.

Điểm tích dương nằm trong điện trường bị tác dụng một lực cùng chiều với điện trường,vì thế muốn điểm tích chuyển động chậm dần đều thì phải bắn điểm tích ngược chiều với lực tức là ngược chiều điện trường.(hình 2.9)



Hình 2.9

2.Giả sử điểm tích chuyển động chậm dần đều đến B thì dừng lại (v_B = 0).

Theo công thức:

$$v_B^2 - v_O^2 = 2as$$

với:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$$

$$-v_o^2 = -\frac{2qEs}{m}$$

$$\Rightarrow \qquad s = \frac{mv_o^2}{2qE} = \frac{10^{-6}.10^4}{2.10^{-3}.10} = 0.5\,m$$

Công của điện trường:

$$A = qEs = 10^{-3}.10.0,5 = 5.10^{-3}\,J$$

3. Sau khi dừng lại , lực F tác dụng lên điểm tích cùng chiều với điện trường nên làm cho điểm tích chuyển động nhanh dần đều với gia tốc :

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{10^{-3}.10}{10^{-6}} = 10^4\,m/s^2$$

Ví dụ II.10

Một tụ điện phẳng gồm hai tấm cách nhau một khoảng d = 5cm đặt nằm ngang. Cho tụ điện tích điện: tấm trên tích điện dương, tấm dưới tích điện âm, đến hiệu điện thế U = 100V. Bên trong hai tấm có một hạt bụi tích điện khối lượng m = 10^{-3}g nằm lơ lửng.

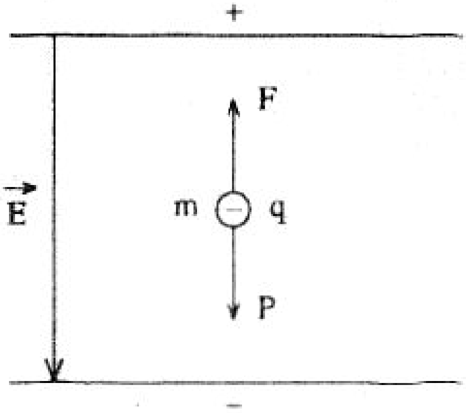
1. Tìm dấu và độ lớn điện tích hạt bụi.

2. Đột nhiên hạt bụi mất một phần điện tích và chuyển động nhanh dần đều xuống dưới với gia tốc a = 2 m/s^2. Tìm lượng điện tích mất đi.

3.Nếu sau khi mất điện tích muốn hạt bụi vẫn lơ lửng thì phải tăng hay giảm hiệu điện thế giữa hai tấm kim loại. Cho g = 10m/s.

Bài giải:

1. Hạt bụi nằm trong điện trường chịu tác dụng của hai lực: trọng lực P và lực điện trường F. Muốn hạt bụi nằm lơ lửng, hai lực này phải cân bằng nhau tức là hướng ngược chiều nhau: $\vec{P}$ hướng xuống dưới nên lực $\vec{F}$ phải hướng lên trên, ngược chiều điện trường. Từ đó suy ra hạt bụi mang điện tích âm: (hình 2.10):



Hình 2.10

$$P = F$$

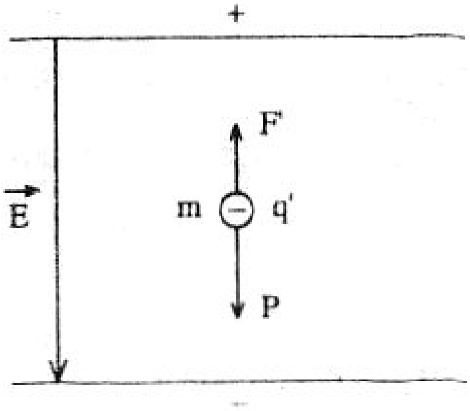
với: $$P = mg$$

và $$F = qE = \frac{qU}{d}$$

$$mg = \frac{qU}{d}$$

$$q = \frac{mgd}{U} = \frac{10^{-6}.10.5.10^{-2}}{10^{2}} = 5.10^{-9}\,C$$

2. Gọi q' là điện tích còn lại của hạt bụi và F' là lực điện trường tác dụng lên hạt bụi:(hình 2.11)



Hình 2.11

$$F' = q'E = \frac{q'U}{d}$$

$$P - F' = ma \quad (P > F')$$

$$\Leftrightarrow \quad mg - \frac{q'U}{d} = ma$$

$$\Leftrightarrow \qquad q' = \frac{m(g-a)d}{U} = \frac{10^{-6}.8.5.10^{-2}}{10^{2}} = 4.10^{-9}\ C$$

Lượng điện tích mất đi:

$$\Delta q = q - q' = 10^{-9} C$$

3. Gọi U' là hiệu điện thế thế giữa hai tấm kim loại:

Dùng phương trình trên ta được:

$$U' = \frac{mgd}{q'} = \frac{10^{-6}.10.5.10^{-2}}{4.10^{-9}} = 125V$$

Hiệu điện thế giữa hai tấm kim loại tăng thêm một lượng:

$$\Delta U = U' - U = 125 - 100 = 25V$$

Ví dụ II.11

Có một tụ điện phẳng, chiều dài mỗi tấm là l, khoảng cách hai tấm là d, được tích điện đến hiệu điện thế U.

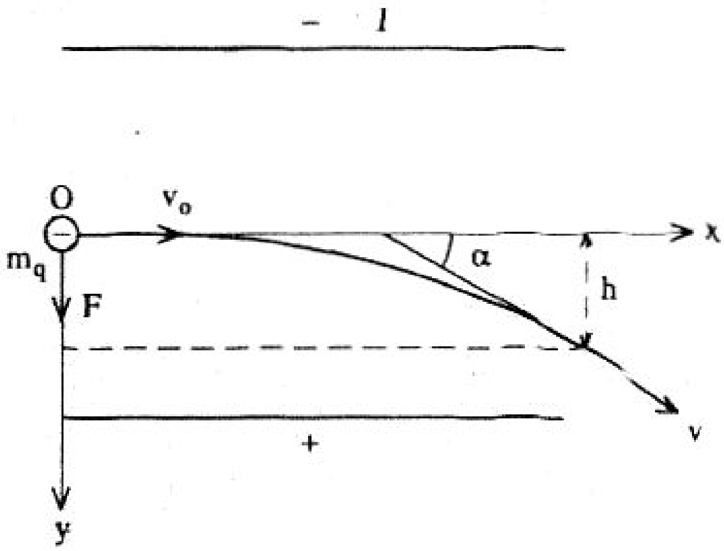
1. Từ điểm vào O nằm đúng giữa khoảng cách hai tấm bắn một êlectron với vận tốc v_0 theo phương song song với hai tấm. Hỏi khi ló ra khỏi tụ điện quỹ đạo của êlectron lệch với phương vào một đoạn h và một góc α bằng bao nhiêu? Tìm vận tốc của êlectron khi ló ra.

2. Bắn êlectron với vận tốc v_0 bằng bao nhiêu để khi ló ra khỏi tụ điện quỹ đạo của nó lướt qua mép tấm dương?

Bài giải:

1.Từ O kẻ hai trục tọa độ: Ox theo phương vuông góc với đường sức, Oy theo phương song song với đường sức.

Khi bay vào trong tụ điện, êlectron tham gia hai chuyển động: thẳng đều theo chiều Ox với vận tốc v_o (theo quán tính) và nhanh dần đều với gia tốc a dưới tác dụng của lực điện trường ngược chiều đường sức và với vận tốc ban đầu bằng 0 (hình 2.12)



Hình 2.12

Các phương trình chuyển động:

$$x = v_o t \tag{1}$$

$$y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \frac{eU}{dm} t^2 \tag{2}$$

Lập phương trình quỹ đạo:

$$y = \frac{1}{2} \frac{eU x^2}{dm {v_o}^2} \tag{3}$$

Đây là một hàm số bậc hai ,đồ thị là một đường paralol có cực tiểu .

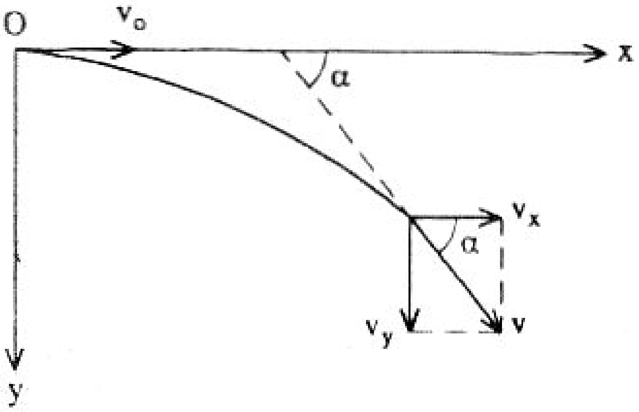
Từ đó suy ra quỹ đạo của êlectron là một đường parabol:

Tọa độ của điểm ló ra: $x = l$ và $y = h$

Thay vào (3) ta được:

$$h = \frac{eUl^2}{2dm {v_o}^2}$$

Phân tích vectơ vận tốc v tại điểm ló ra thành hai thành phần : $\overrightarrow{v_x}$ song song với Ox và $\overrightarrow{v_y}$ song song với Oy (hình 2.13):



Hình 2.13

$$v_x = v_o$$

$$v_y = at = \frac{eUl}{dmv_o}$$

$$v = \sqrt{v_x^{\ 2} + v_y^{\ 2}} = \sqrt{v_o^{\ 2} + \left(\frac{eUl}{dmv_o^{\ 2}}\right)^2}$$

$$tg\,\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{eUl}{dmv_o^{\ 2}}$$

2. Tọa độ của điểm ló ra ở mép tấm dương:

$$x = l \text{ và } y = \frac{d}{2}$$

$$\Rightarrow \qquad \frac{d}{2} = \frac{eUl^2}{dmv_o^{\ 2}}$$

$$\Leftrightarrow \qquad v_o = \frac{l}{d}\sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

Ví dụ II.12

Có hai điểm tích có điện tích - q và + Q, khối lượng m và M nằm trên cùng một đường sức của một điện trường đều cường độ E. Hỏi phải đặt hai điểm tích cách nhau một khoảng r bằng bao *nhiêu để chúng chuyển động theo cùng một chiều với cùng một gia tốc? Cho $\varepsilon = 1$*

Bài giải:

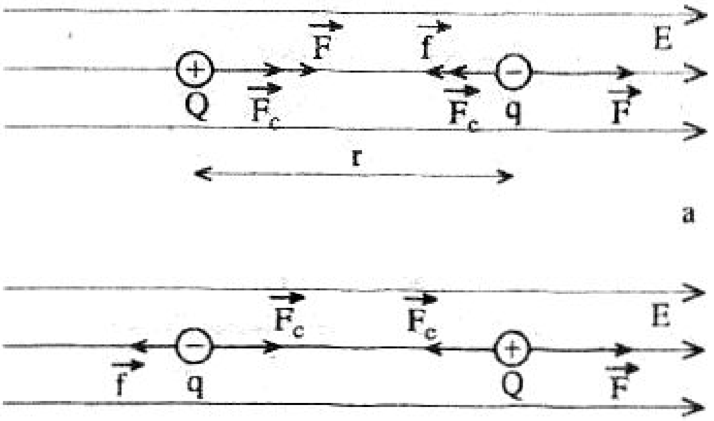
Hai điểm tích chịu tác dụng lực tương tác Culông F_c:

$$F_c = k\frac{qQ}{r^2}$$

Ngoài ra đểm tích -q còn chịu tác dụng của một lực điện trường $f = qE$ ngược chiều điện trường, điểm tích + Q còn chịu tác dụng của một lực điện trường $F = QE$ cùng chiều điện trường:

Có hai trường hợp xảy ra:

Ở hình 2.14 a: hợp lực của hai lực F_c và f ngược chiều với hợp lực của hai lực F_c và F làm cho hai điện tích chuyển động ngược chiều nhau .Trường hợp này không thỏa mãn đầu bài.



Hình 2.14

Ở hình 2.14 b: giả sử $F_c > f$ và $F > F_c$ thì hai điểm tích chuyển động cùng chiều đường sức:

Theo định luật Niutơn 2:

$$a = \frac{F_c - f}{m} = \frac{F - F_c}{M}$$

⇒ $$MF_c - Mf = mF - mF_c$$

⇒ $$F_c = \frac{mF + Mf}{M + m}$$

⇒ $$k\frac{qQ}{r^2} = \frac{mQE + MqE}{M + m}$$

⇒ $$r = \sqrt{\frac{kqQ(M + m)}{E(mQ + Mq)}}$$

Ví dụ II.13

Có một tụ điện phẳng , khoảng cách hai tấm là d = 1 cm, hiều dài mỗi tấm là l = 5cm. Một êlectron bay vào bên trong tụ iện với động năng W_d = 1500 eV và theo phương lệch với các tấm điện một góc α = 15°. Tìm hiệu điện thế U giữa hai tấm tụ để hi ló ra quỹ đạo của electron có phương song song với hai tấm.

Bài giải

1. Phân tích vectơ vận tốc v_O thành hai thành phần: v_{OX} heo phương vuông góc với đường sức và v_{OY} theo phương song ong với đường sức:

$$v_{ox} = v_{OX}\cos\alpha \quad \text{và} \quad v_{OY} = v_o \sin\alpha$$

Lấy điểm từ đó electron bay vào làm gốc kẻ hai trục tọa độ : x cùng chiều v_{OX} và Oy cùng chiều v_{OY}. Khi bay vào trong điện ường êlectron tham gia hai chuyển động: (hình 2.15)

- thẳng đều theo chiều Ox với vận tốc v_{OX} và phương trình huyển động

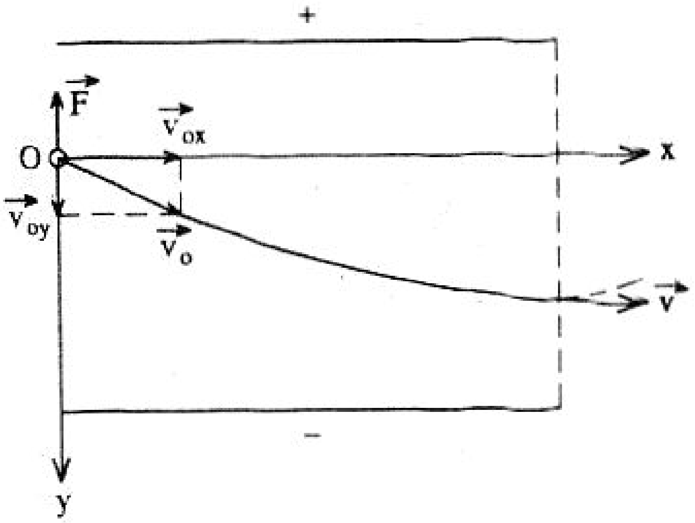
$$x = v_{OX}t = v_O\cos\alpha\,.t$$

- Biến đổi đều theo chiều Oy với vận tốc đầu v_{OY} và với gia ốc a và phương trình chuyển động

$$a = \frac{qU}{dm}$$

$$y = \pm\frac{qUt^2}{2dm} + v_{oy}t$$

Vì khi ló ra khỏi tụ điện, quĩ đạo của êlectron có phương song song với hai tấm tụ điện tức là qua điểm cực đại của parabon nên êlectron chuyển động chậm dần đều theo chiều Oy:



Hình 2.15

$$y = -\frac{qUt^2}{2dm} + v_o \sin\alpha.t$$

Rút t từ phương trình x thay vào phương trình quĩ đạo y:

$$y = -\frac{eUx^2}{2dmv_o^2\cos^2\alpha} + \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}x$$

Qũi đạo của êlectron là một đường parabon có cực đại nên điểm ló, nằm ở đỉnh parabol:

vận tốc: $v_X = v_O$ và $v_Y = - at + v_{OY} = 0$

$$v_y = \frac{eUl}{dm\,v_o\cos\alpha} + v_o\sin\alpha = 0$$

Suy ra: $U = \frac{dmv_o^2\sin\alpha\cos\alpha}{el} = \frac{mv_o^2}{2}\frac{d\sin 2\alpha}{el}$.

$$\Rightarrow \qquad U = \frac{1500\,\text{eV} \,.\, 0{,}005\ \text{m}}{e\,.\,0{,}05\ \text{m}} = 150\ \text{V}$$

Ví dụ II.14

Bắn một êlectron với vận tốc v_O vào trong một tụ điện phẳng tích điện theo phương song song với hai tấm. Chiều dài mỗi tấm tụ điện là l. Sau khi chuyển động được t_1 giây hiệu điện thế giữa hai tấm tụ điện đổi dấu (coi như tức thì) thì thấy quỹ đạo của êlectron khi ló ra gặp phương ban đầu. Tìm thời gian t_1.

Bài giải:

Có hai giai đoạn chuyển động của êlectron: (hình 2.16)

Giai đoạn 1: Khi bay vào trong tụ điện với vận tốc v_O êlectron tham gia hai chuyển động có các phương trình toạ độ (xem bài giải II.11)

$$x = v_O\, t_1$$

$$y = \frac{1}{2}\, a t_1^{\,2}$$

và phương trình quỹ đạo:

$$y = \frac{a x^2}{2 v_o^{\,2}} \tag{1}$$

Electron chuyển động theo quỹ đạo parabon có cực tiểu tại O.

Sau t_1 giây , êlectron đến điểm O' có các toạ độ :

$$x = l_1$$

$$\text{và } y = \frac{a\, t_1^{\,2}}{2 v_o^{\,2}} = h_1$$

và có vận tốc v xiên với đường sức của điện trường một góc nào đó.

Khi đó nếu đổi dấu hiệu điện thế thì điện trương kéo the gia tốc cũng đổi chiều và êlectron tiếp tục tham gia hai chuyể động có các phương trình toạ độ (xem bài giải II.13):

$$x' = v_x t \qquad \text{với} \qquad v_x = v_o$$

$$y' = -\frac{1}{2}at_2^{\,2} + v_y t \quad \text{với} \quad v_y = -at_1 = \frac{-al_1}{v_o}$$

và phương trình quỹ đạo:

$$y' = -\frac{a x'^2}{2v_x^{\,2}} + v_y \frac{x'}{v_x}$$

Tại điểm ló ra :

$$x' = l_2 = l - l_1$$

$$t_2 = \frac{l_2}{v_o} = \frac{l - l_1}{v_o}$$

$$y' = \frac{a(l-l_1)^2}{2v_o} + \frac{al_1(l-l_1)}{v_o^{\,2}} = -h_2$$

Vì điểm ló ra nằm trên phương vào nên $|h_1| = |h_2|$

$$\frac{al_1^{\,2}}{2v_o^{\,2}} = \frac{a(l-l_1)^2}{2v_o^{\,2}} - \frac{al_1(l-l_1)}{v_o^{\,2}}$$

$$\Leftrightarrow \qquad l_1^2 = l^2 + l_1^2 - 2ll_1 - 2ll_1 + 2l_1^2$$

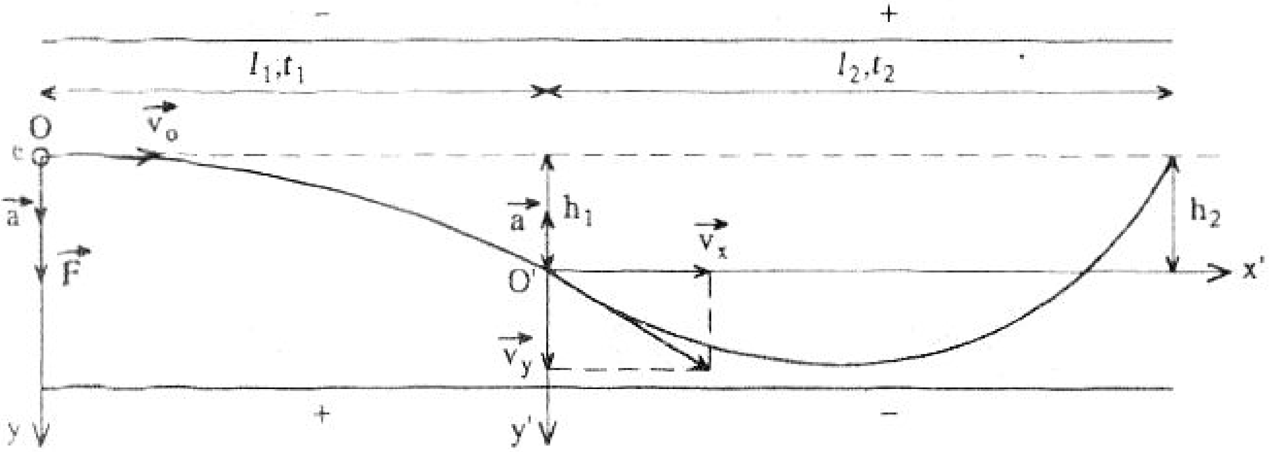
$$\Leftrightarrow \qquad 2l_1^2 - 4ll_1 + l^2 = 0$$

$$\Delta' = 4l^2 - 2l^2 = 2l^2$$

$$l_1 = \frac{2l \pm l\sqrt{2}}{2}$$

Chọn nghiệm: $$l_1 = \frac{l(2-\sqrt{2})}{2}$$

Suy ra: $$t_1 = \frac{l_1}{2v_o} = \frac{l(2-\sqrt{2})}{2v_o}$$

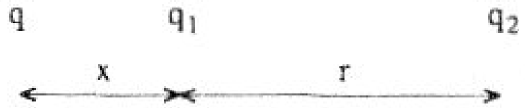

-
+
$l_1;t_1$
l_2,t_2
O
$\vec{v_o}$
e
$\vec{a}$
$\vec{F}$
$\vec{a}$
h_1
$\vec{v_x}$
O'
$\vec{v_y}$
h_2
x'
y
y'
+
-

Hình 2.16

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán II.1

Có một điểm tích $q_1 = 4.10^{-4}$ C và một điểm tích $q_2 = - 9.10^4$ C đặt cố định trong không khí và cách nhau 10 cm. Hỏi phải đặt một điểm tích + q ở đâu để nó ở trạng thái cân bằng.



Hình 2.17

Bài giải:

Điểm tích +q chỉ bị tác dụng hai lực: lực $\overrightarrow{F_1}$ mà điểm tích q_1 đẩy +q và lực $\overrightarrow{F_2}$ mà q_2 hút

+q. Muốn q ở trạng thái cân bằng thì hai lực này phải cân bằng nhau,tức là hai lực này phải cùng phương, ngược chiều và cùng độ lớn. Điều kiện này chỉ đạt được khi điểm tích q nằm trên đường thẳng nối hai điểm tích q_1 và q_2, bên ngoài hai điểm tích và gần điện tích nhỏ q_1 (hình 2.17)

$$F_1 = F_2$$

$$\Leftrightarrow \qquad k\frac{|q_1|\,|q|}{x^2} = k\frac{|q_2|\,|q|}{(x+r)^2}$$

$$\Leftrightarrow \qquad \frac{4}{x^2} = \frac{9}{(x+10)^2}$$

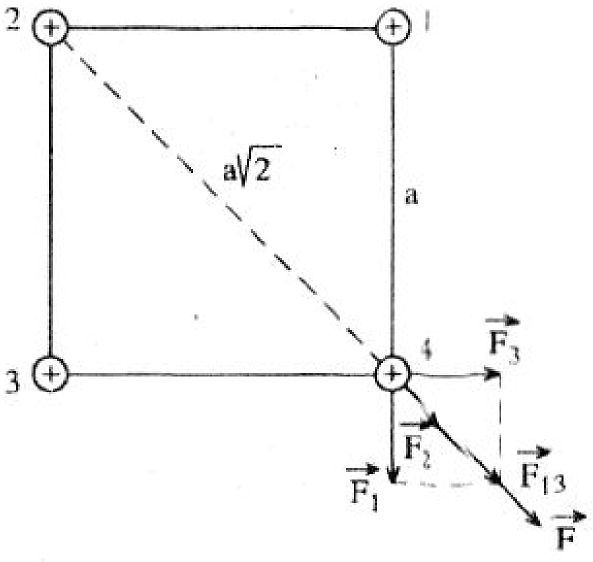
Suy ra: $x = 20$ cm

Bài toán II.2

Có 4 điểm tích q giống nhau đặt ở 4 đỉnh hình vuông có cạnh là a. Tìm lực tác dụng lên một trong 4 điểm tích đó(ε = 1).

Hướng dẫn:

Các vectơ lực tác dụng lên một trong 4 điểm tích được vẽ ở hình 2.18.



Hình 2.18

$$F_1 = F_3 = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{2a^2}$$

Hình bình hành có hai cạnh là hai vectơ $\overrightarrow{F_1}$ và $\overrightarrow{F_3}$ là hình vuông nên:

$$F_{13} = F_1\sqrt{2} = \frac{kq^2\sqrt{2}}{a^2}$$

Hai vectơ lực $\overrightarrow{F_{13}}$ và $\overrightarrow{F_2}$ cùng phương cùng chiều nên:

$$F = F_{13} + F_2$$

Đáp số: $$F = \frac{kq^2}{2a^2}(1 + 2\sqrt{2})$$

Bài toán II.3

Có hai quả cầu nhỏ giống nhau tích điện hút nhau với một lực nào đó. Nếu cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau rồi đưa chúng ra xa nhau một khoảng lớn gấp n khoảng cách cũ thì lực tương tác giữa chúng giảm đi m lần. Tìm điện tích của quả cầu thứ nhất trước khi tiếp xúc biết quả cầu thứ hai khi đó có điện tích q_2. *Bỏ qua lực hấp dẫn vạn vật.*

Bài giải:

Giả sử lúc đầu hai quả cầu cách nhau một khoảng r, lực hút giữa chúng sẽ là:

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} \qquad (1)$$

Vì trước khi tiếp xúc hai quả cầu mang điện khác dấu nên sau khi cho tiếp xúc điện tích của mỗi quả cầu là :

$$q = \left|\frac{q_1 - q_2}{2}\right|$$

vì chúng giống nhau.

Khi đó lực tương tác Coulomb giữa hai quả cầu:

$$\frac{F}{m} = \frac{k\,|q_1 - q_2|^2}{n^2 r^2} \qquad (2)$$

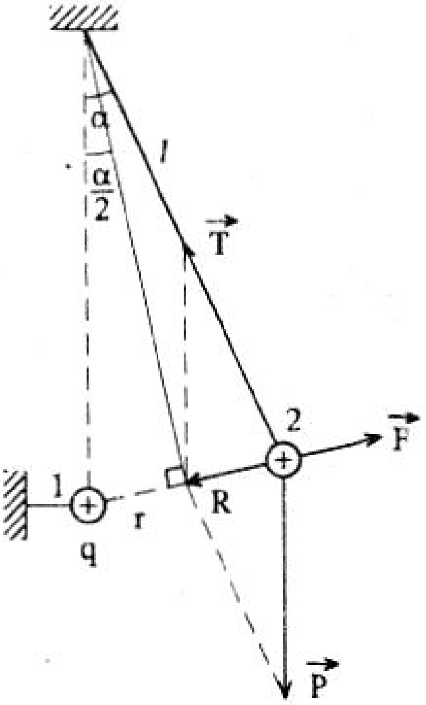
Chia (1) cho (2) và rút gọn ta được:

$$q_1 = q_2\,\frac{2n^2 - m \pm 2n\sqrt{n^2 - m}}{m}$$

Chú ý. Điện tích của hai quả cầu sau khi tiếp xúc với nhau chỉ được tính như trên khi chúng cùng kích thước. Khi các quả cầu tích điện có kích thước khác nhau thì khi tiếp xúc với nhau chúng có cùng điện thế nên điện tích của mỗi quả sẽ tỉ lệ thuận với bán kính (điện dung).

Bài toán II.4

Có hai quả cầu nhỏ cùng khối lượng m ,một quả được giữ cố định, một quả treo vào một sợi dây mảnh có chiều dài l. Khi sợi dây thẳng đứng hai quả cầu nằm tiếp xúc ngang nhau. Nếu cho hai quả cầu tích điện như nhau thì chúng đẩy nhau làm cho sợi dây lệch với phương thẳng đứng một góc α. Tìm điện tích q của mỗi quả cầu. Cho ε = 1



Hình 2.19

Giải:

Vị trí các quả cầu khi ở trạng thái cân bằng được vẽ ở hình 2.19:

Quả cầu 2 chịu tác dụng của 3 lực:

- trọng lực $\vec{P}$

- lực căng $\vec{T}$ của sợi dây

- lực đẩy Coulomb $\vec{F}$

Vẽ vectơ hợp lực $\vec{R}$ của hai lực lực $\vec{P}$ và T.Lực $\vec{R}$ cân bằng với lực $\vec{F}$ và cùng nằm trên mặt phẳng ngang:

$$R = F$$

với:
$$\frac{R}{r} = \frac{P}{l} \quad \text{và } r = 2l\sin\alpha/2$$

$$R = 2\text{ mg}\sin\alpha/2$$

$$F = k\frac{q^2}{r^2} = k\frac{q^2}{(2l\sin\alpha/2)^2}$$

⇒
$$2mg\sin\alpha/2 = k\frac{q^2}{(2l\sin\alpha/2)^2}$$

⇒
$$q = \pm 2l\sin\alpha/2\sqrt{\frac{2mg\sin\alpha/2}{k}}$$

Bài toán II.5

Có 6 quả cầu nhỏ giống nhau cùng khối lượng m treo vào 6 sợi dây cùng chiều dài l, điểm treo chung. Nếu cho 6 quả cầu tích điện như nhau thì chúng đẩy nhau ra đứng ở 6 đỉnh một lục giác đều có cạnh là r. Tìm điện tích q của mỗi quả cầu (ε = 1).

Đáp số:
$$q = \pm\frac{r\sqrt{12\text{ mg}}}{\sqrt{k(15+4\sqrt{3})\sqrt{l^2-r^2}}}.$$

Bài toán II.6

Trên một vòng dây tròn bán kính R, cách điện nằm trên mặt phẳng thẳng đứng có lồng 4 quả cầu: hai quả A và B được *giữ cố định ở hai đầu một cung 90° và trên đường thẳng nằm ngang, hai quả cầu C và D cùng có khối lượng m và cùng mang điện tích q trượt được không có ma sát trên vòng dây. Tìm điện tích của hai quả cầu A và B để chúng giữ được hai quả cầu C và D cùng với chúng đứng ở 4 đỉnh hình vuông (ε = 1)*

Đáp số: $$q_A = q_B = q \pm 2mg\frac{R^2}{q}.$$

Bài toán II.7

So sánh xem lực tương tác Culong và lực hấp dẫn giữa hai êlectron thì lực nào lớn hơn và lớn hơn bao nhiêu lần.

Đáp số: Lực Coulomb lớn hơn lực hấp dẫn $4{,}2.10^{42}$ lần

Bài toán II.8

Trong điện trường của một điểm tích: cường độ điện trường ở B bằng 36 V/m, cường độ điện trường ở D bằng 9 V/m. Tìm cường độ điện trường tại G nằm đúng giữa B và D trên đường sức.

Hướng dẫn

$$E_B = \frac{kQ}{r_B^2} = 36 \tag{1}$$

$$E_D = \frac{kQ}{r_D^2} = 9 \tag{2}$$

$$E_G = \frac{kQ}{r_G^2} \tag{3}$$

với: $$r_G = \frac{r_B + r_D}{2}$$

Chia (1) cho (2):

$$\frac{r_D}{r_B} = 2 \Rightarrow r_D = 2r_B$$

Chia (3) cho (1):

$$\frac{E_G}{E_B} = \frac{{r_B}^2}{{r_G}^2} = \frac{4}{9}$$

Suy ra: $E_G = 16\ V/\ m$

Bài toán II.9

Có 4 điểm tích q giống nhau nằm ở 4 đỉnh hình vuông có cạnh là a. Tìm cường độ điện trường tại điểm B là trung điểm một cạnh.

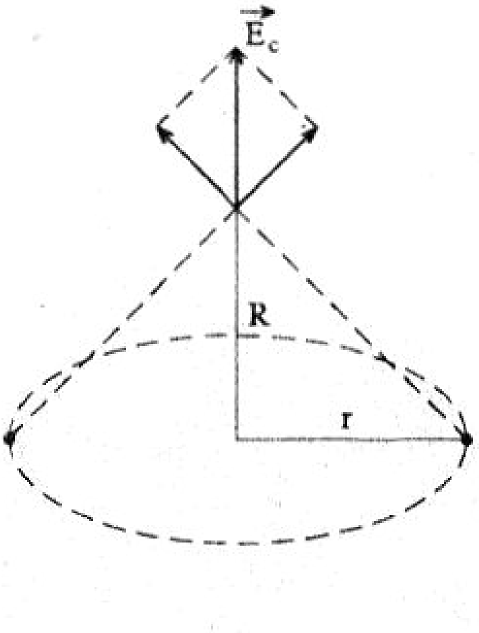
Đáp số: $E_B = \dfrac{16\sqrt{5}\ kq}{25\ \varepsilon a^2}$

Bài toán II.10

Có 12 điểm tích q nằm ở 12 đỉnh một đa giác đều nội tiếp trong một đường bán kính r. Tìm cường độ điện trường ở điểm O cách tâm đa giác một đoạn R và nằm trên đường thẳng đi qua tâm này và vuông góc với mặt phẳng đa giác (ε = 1).

Hướng dẫn:

12 vectơ cường độ điện trường do 12 điểm tích q sinh ra ở O được vẽ ở hình 2.20 các vectơ này tạo thành 6 cặp , mỗi cặp do hai điểm tích nằm đối xứng nhau qua tâm đa giác sinh ra và vectơ tổng hợp E_c của từng cặp là



Hình 2.20

đường chéo của hình thoi có cạnh:

$$E_c = \frac{2kqR}{(R^2 + r^2)^{3/2}}$$

Vì 6 vectơ tổng hợp E_c cùng phương cùng chiều nên :

$$E_o = 6\,E_c = \frac{12\,kqR}{(R^2 + r^2)^{3/2}}\ .$$

Bài toán II.11

Có hai điểm tích cố định + q và - q nằm ở hai điểm A và B cách nhau một khoảng 2a trên trục Ox (OA = + a ,OB = - a)

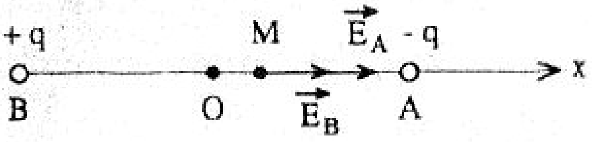
1. Tìm chiều và độ lớn của cường độ điện trường E_M tại điểm M bên trong AB và trên đường thẳng AB với OHM = x .

2. P là một điểm trên trục Oy vuông góc với trục Ox. Tìm E_P theo các dữ kiện đã cho và OP = y.

3. Giải bài toán trong trường hợp hai điểm tích cùng dấu (+ q). ε = 1.

Hướng dẫn:

1. Tại M có hai cường độ điện trường :



Hình 2.21

$$E_{M(A)} = \frac{kq}{(a - x)^2} \quad \text{và} \quad E_{M(B)} = \frac{kq}{(x + a)^2}$$

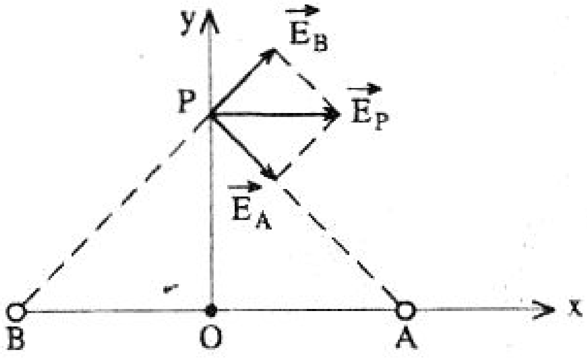
Hai vectơ cường độ này cùng chiều (hình 2.21) nên:

$$E_M = E_{M(A)} + E_{M(B)} = \frac{2kq\,(a^2 + x^2)}{(a^2 - x^2)^2}$$

2. Tại P cũng có hai cường độ điện trường:

$$E_{P(A)} = E_{P(B)} = \frac{kq}{y^2 + a^2}$$

Vectơ cường độ điện trường tổng hợp $\overrightarrow{E_p}$ là đường chéo của hình thoi mà hai cạnh là hai vectơ thành phần (hình 2.22) .Dùng hai tam giác đồng dạng ta được:


y
$\vec{E}_B$
P
$\vec{E}_P$
$\vec{E}_A$
x
B
O
A

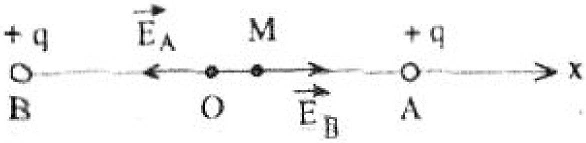
Hình 2.22

$$\frac{E_P}{2a} = \frac{kq}{y^2 + a^2}$$

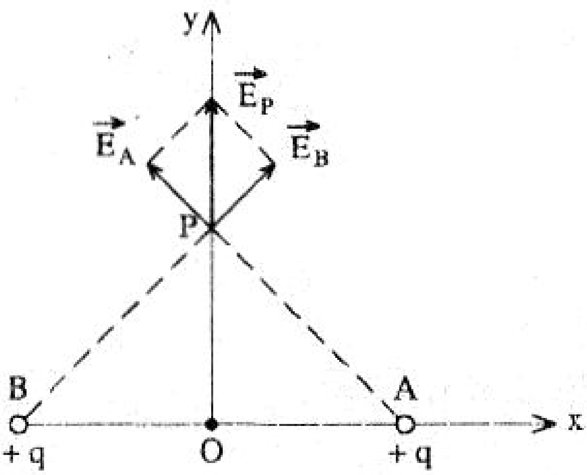
$$\Rightarrow \qquad E_P = \frac{2akq}{y^2 + a^2}.$$

3. Cường độ điện trường tại M và P được tính ra các kết quả như sau:

$$E_M = \frac{4akqx}{(a^2 - x^2)^2} \qquad \text{và} \qquad E_P = \frac{2akq}{(y^2 + a^2)^{3/2}}$$


+ q
$\vec{E}_A$
M
+ q
x
B
O
$\vec{E}_B$
A

Hình 2.23


y
$\vec{E}_P$
$\vec{E}_A$
$\vec{E}_B$
P
B
A
x
+q
O
+q

Hình 2.24

Bài toán II.12

Một electron đang bay với vận tốc $v_o = 5.10^6 m/s$ thì đi vào trong điện trường theo phương song song với đường sức của một điện trường đều có cường độ $E = 10^3 V/m$

1. Hỏi êlectron bay thêm một đoạn đường bằng bao nhiêu thì dừng lại và mất một khoảng thời gian bằng bao nhiêu?

2. Sau khi chuyển động được một đoạn đường 0, 8 cm êlectron đã mất đi một động năng bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn

1. Khi bay vào trong điện trường êlectron chịu tác dụng của lực điện trường:

$$F = e E$$

và hướng ngược chiều điện trường. Lực này phải ngược chiều chuyển động của êlectron để làm có chuyển động chậm dần đều với gia tốc:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m}.$$

Phương trình vận tốc của chuyển động:

$$v_t^2 - v_o^2 = 2as = -\frac{eEs}{m} \quad \text{với } v_t = 0$$

$$s = \frac{mv_o^2}{2eE} = \frac{9,1.10^{-31}.25.10^{12}}{2.1,6.10^{-19}.10^3} = 71.10^{-3}.$$

Thời gian bay: $t = \frac{v_o}{a} \approx 2,8.10^{-3}$ (s).

2. Độ giảm động năng:

$$\Delta W_d = eEs' = 1,6.10^{-19}.\ 10^3.\ 0,8.10^{-2} = 1,28.10^{-17} J.$$

Bài toán II.13

Một hạt proton và một hạt anpha chuyển động với cùng vận tốc thì đi vào trong một tụ phẳng tích điện theo phương song song với hai tấm tụ. Hỏi khi ló ra khỏi tụ, so với phương vào, quĩ đạo của hạt nào lệch một góc lớn hơn và lớn hơn bao nhiêu lần? (bỏ qua tương tác Coulomb giữa hai hạt).

Hướng dẫn:

Trước hết xét một cách tổng quát :

Dựa vào thí dụ II.11 rút ra:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{qUl}{dm{v_o}^2}$$

Thay $q_\alpha = 2q_P$ và $m_\alpha = 4\,m_P$

Lập phương trình cho hai hạt để rút ra tỉ số giữa tg của 2 góc lệch hai hạt bằng 2.

Bài toán II.14

Một chùm êlectron thu được một vận tốc nhờ một hiệu điện thế $U_1 = 5000V$, bay vào bên trong một tụ điện phẳng theo phương song song với hai tấm và qua điểm vào nằm đúng giữa khoảng cách hai tấm. Tìm hiệu điện thế nhỏ nhất U_2 đặt vào hai tấm tụ điện để không có một êlectron nào ló khỏi tụ điện. Chiều dài mỗi tấm tụ điện là $l = 5$ cm và khoảng cách hai tấm là $d = 1$ cm.

Hướng dẫn:

Trước hết cần tìm vận tốc v_o thu được của êlectron ở hiệu điện thế U_1 theo định luật động năng: độ biến thiên động năng bằng công của ngoại lực thực hiện:

$$\frac{1}{2}mv_o^2 = eU_1$$

Lập phương trình quĩ đạo:

$$y = \frac{1}{2}\frac{eU_2x^2}{dmv_o^2}$$

thay $y = \frac{d}{2}$, $x \le l$ để rút ra $U_{2min} = 400V$

Bài toán II.15

Một êlectron bay với vận tốc v_o vào trong một tụ điện phẳng theo phương song song với hai tấm tụ và ló ra khỏi tụ điện thec phương hợp với phương vào một góc β. Chiều dài mỗi tấm tụ điện là l. Tìm cường độ điện trường bên trong tụ điện.

Đáp số: $$E = \frac{mv_o^2 tg\beta}{el}$$

Bài toán II.17

Một êlectron bay vào trong một tụ điện phẳng tích điện thec chiều hợp với tấm dương một góc $\alpha_1 = 30^o$. Tụ điện dài 5 cm và cường độ điện trường bên trong tụ điện bằng 600 V/m. Tìm năng lượng ban đầu của êlectron để khi chui ra khỏi tụ điện quỹ đạo của nó lệch với phương vào một góc $\alpha_2 = 10^o$

Đáp số:

$$W = \frac{qEl\cos\alpha_2}{2\sin(\alpha_1 - \alpha_2)\cos\alpha_1} = 8.10^{-9}\,J$$

Chương III

MỘT SỐ BÀI TOÁN ĐỊNH LƯỢNG VỀ TỤ ĐIỆN VÀ MẠCH TỤ ĐIỆN

Chỉ nghiên cứu tụ điện phẳng có điện dung:

$$C = \frac{\varepsilon S}{k4\pi d}$$

Muốn thay đổi điện dung của tụ điện phẳng ta có thể tha đổi hoặc diện tích S đối diện giữa hai tấm tụ, hoặc khoảng cá d giữa chúng, hoặc điện môi ε bên trong tụ điện.

Khi cho tụ điện phẳng tích điện, điện tích hai tấm bao g cũng bằng nhau và trái dấu, giữa hai tấn có một hiệu điện th bên trong hai tấm có một điện trường đều.

Quy ước điện tích của tụ điện là điện tích tấm dương, do hiệu điện thế giữa hai tấm tụ có giá trị dương khi lấy điện t tấm dương trừ điện thế tấm âm.

Khi mắc các tụ điện nối tiếp vào một hiệu điện thế thì sự phân bố lại điện tích ở các tấm nối với nhau bằng dây d theo định luật bảo toàn điện tích: "Tổng điện tích âm và dươ của các tấm trước khi nối với nhau bằng tổng điện tích âm dương của các tấm sau khi nối với nhau".

Từ đó suy ra:

+ Khi mắc các tụ điện chưa tích điện nối tiếp vào hiệu điện ế thì điện tích các tụ điện bằng nhau và điện dung của mạch ược tính theo công thức:

$$\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_1}$$

+ Khi mắc các tụ điện đã tích điện nối tiếp vào hiệu điện ế thì điện tích các tụ điện không bằng nhau

Trong mạch điện một chiều tụ điện không cho dòng điện ua (coi như có điện trở vô cùng lớn)

Điện tích các tụ điện trong một đoạn mạch mắc nối tiếp ược tính theo công thức tổng quát sau:

$$q = C_{nt}[(V_+ - V_-) + \Sigma e]$$

C_{nt} là điện dung của các tụ điện mắc nối tiếp, V_+ là điện thế ầu mạch nối với tấm dương và V_- là điện thế ở đầu mạch nối ới tấm âm , $e > 0$ nếu đi qua nguồn từ cực âm sang cực dương, < 0 nếu đi qua nguồn từ cực dương sang cực âm.

Điện tích của tụ điện trong một mạch kín gồm các phần tử ắc nối tiếp:

$$q = C_{nt}\Sigma e$$

Qua trên ta thấy có thể có những dạng toán như sau:

1. Nghiên cứu về sự thay đổi điện dung của tụ điện phẳng

+ Khi đưa một tấm điện môi hình hộp chữ nhật vào bên ong tụ điện phẳng thì chính tấm đó là một tụ phẳng và từng ặp phần điện tích đối diện còn lại tạo thành một tụ điện phẳng. oàn bộ sẽ tạo thành một mạch tụ mà ta dễ dàng tính điện dung. Điện dung của mạch chính là điện dung của tụ khi tha đổi điện môi.

+ Trong tụ điện xoay thì sự thay đổi điện dung là do s thay đổi diện tích đối diện của các lá tấm. Nếu lá có n tấm thì c n - 1 tụ điện phẳng mắc song song.

2. Bài toán về mạch tụ điện chủ yếu là tính điện tích v hiệu điện thế của từng tụ điện trong mạch .

Có thể vạch ra chiến lược giải loại bài toán này như sau:

2.1. Quy ước dấu điện tích trên các tấm tụ điện.

2.2. Phân tích mạch điện và vạch kế hoạch giải:

2.2.1. Nếu mạch chỉ gồm các tụ chưa tích điện thì viết sơ đ mạch, căn cứ vào sơ đồ tính dần điện dung từ mạch nhỏ đế mạch lớn có hiệu điện thế đã cho (hay phải tìm) rồi lại từ điệ tích của mạch tính dần đến điện tích và hiệu điện thế của từn tụ điện.

2.2.2 Nếu mạch gồm nhiều đoạn mạch có tụ điện,điện trở nguồn điện mắc nối tiếp thì:

+ Tìm xem trong mạch có dòng điện không:

Nếu có dòng điện thì:

Tìm cường độ dòng điện trong các đoạn mạch

Từ cường độ dòng điện này tính hiệu điện thế hai đầu đoạ mạch chứa tụ điện.

Dùng công thức $q = C_{nt}\ [(V_+ - V_-\ ) + \Sigma e]$ để tính điện tíc từng tụ điện.

Nếu không có dòng điện thì:

Viết phương trình điện tích cho từng đoạn mạch (1)

Viết phương trình điện tích cho các tấm nối với một nút heo quy tắc:

"Tổng điện tích âm của các tấm nối với một nút thì bằng ổng điện tích dương của các tấm nối với nút đó" (2)

Thay phương trình (1) vào phương trình (2) để tính hiệu iện thế hai đầu từng đoạn mạch

Thay hiệu điện thế tính được vào phương trình (1) để tính iện tích của từng tụ điện.

Chú ý. Trong trường hợp mạch có nhiều nút thì tính điện hế từng nút bằng cách chọn điện thế ở một nút nào đó bằng hông.

2.2.3. Nếu các tụ điện đã được tích điện rồi mới mắc vào ạch hay khi có một sự biến đổi nào đó về mạch thì cần vạch a một chiến lược giải khác:

Tính điện tích các tụ điện trước khi có sự biến đổi

Viết phương trình của định luật bảo toàn điện tích cho các ím tụ trước và sau khi nối với nhau vào một nút

Viết phương trình hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch chứa ác tụ điện.

Phối hợp hai phương trình để giải bài toán.

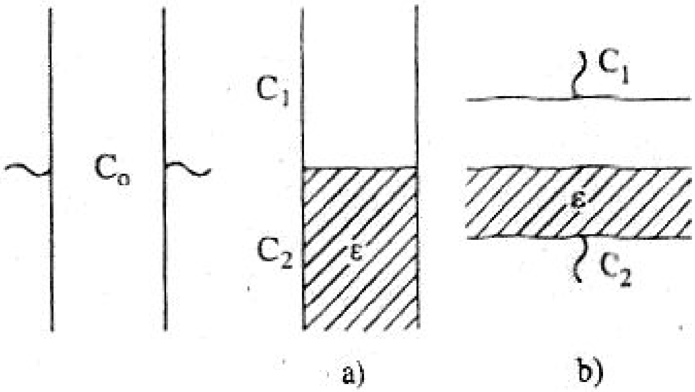
3. Trong trường hợp phải tính lượng điện tích qua một hần tử nào mắc với các tấm tụ điện thì tính tổng điện tích âm dương của các tấm nối với phần tử này trước và sau khi có sự ến đổi rồi trừ cho nhau.

Ví dụ III.1

Một tụ điện phẳng không khí có điện dung là C_0. Tìm điện dung của tụ điện trong các trường hợp sau:

1. Ngâm cả tụ điện vào trong điện môi lỏng có hằng số ε.

2. Ngâm một nửa tụ điện vào trong điên môi trên như hình 3.1:



Hình 3.1

Bài giải:

1. Trong không khí (ε = 1) điện dung của tụ điện:

$$C_o = \frac{S}{k4\pi d}$$

Trong điện môi lỏng điện dung của tụ điện:

$$C = \frac{\varepsilon S}{k4\pi d}$$

Chia hai phương trình cho nhau rút ra : $C = \varepsilon\, C_0$

2. Ở hình 3.1 a có thể coi như có hai tụ điên mắc son song : tụ điện C_1 là tụ không khí có diện tích đối diện là S/ và có điện dung

$$C_1 = \frac{S}{2k4\pi d} = \frac{C_o}{2}$$

tụ điện C_2 là tụ điện điện môi ε, có diện tích đối diện bằng S/2 và có điện dung:

$$C_2 = \frac{\varepsilon S}{k4\pi d} = \frac{\varepsilon C_o}{2}$$

Điện dung của tụ điện sau khi ngâm một nửa vào trong điện môi lỏng:

$$C = C_1 + C_2 = \frac{C_o(\varepsilon + 1)}{2}$$

Ở hình 3. 1b có thể coi như gồm hai tụ điện mắc nối tiếp: tụ điện C_1 là tụ điện không khí có diện tích đối diện là S, khoảng cách hai tấm là d/2 có điện dung và có điện dung:

$$C_1 = \frac{2S}{k2\pi d} = 2C_o$$

tụ điện C_2 là tụ điện điện môi có ε diện tích đối diện là S ,khoảng cách hai tấm là d/2 có điện dung:

$$C = \frac{\varepsilon S}{k4\pi d} = 2\varepsilon C_o$$

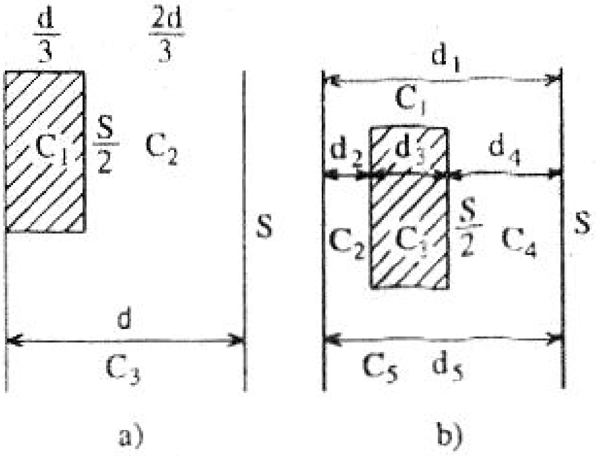
Điện dung của tụ điện sau khi ngâm vào điện môi lỏng:

$$C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2\varepsilon C_o}{\varepsilon + 1}$$

Ví dụ III.2

Một tụ điện phẳng có điện dung C_0. Tìm điện dung của tụ điện khi đưa vào bên trong tụ điện một tấm điện môi có hằng số điện môi ε, có diện tích đối diện bằng một nửa diện tích một tấm, có chiều dày bằng một phần ba khoảng cách hai tấm tụ và *có bề rộng bằng bề rộng tấm tụ, trong hai trường hợp đặt tấm điện môi như hình 3.2.*

Bài giải



Hình 3.2

Điện dung của tụ điện không khí :

1. Ở hình 3.2 a có ba tụ điện mắc theo sơ đồ : (C_1 nt C_2) // C_3

Tụ điện C_1 điện môi ε, có diện tích đối diện là S/2 ,có khoảng cách giữa hai tấm bằng d/3, có điện dung:

$$C_1 = \frac{\varepsilon S.3}{2.k4\pi d} = \frac{3\varepsilon C_o}{2}$$

Tụ điện C_2 là tụ điện không khí có diện tích đối diện S/2 . có khoảng cách giữa hai tấm bằng 2d/3, có điện dung:

$$C_2 = \frac{3S}{2.k4\pi.2d} = \frac{3C_o}{4}$$

Tụ điện C_3 là tụ điện không khí có diện tích đối diện S/2 , có khoảng cách hai tấm bằng d, có điện dung:

$$C_3 = \frac{S}{2.k4\pi d} = \frac{C_o}{2}$$

Điện dung C_{12} của hai tụ điện C_1 và C_2 nối tiếp:

$$C_{12} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3\varepsilon C_o}{2\,(2\varepsilon + 1)}$$

Điện dung C của tụ điện:

$$C = C_{12} + C_3 = C_o \frac{5\varepsilon + 1}{4\varepsilon + 2}$$

2. Ở hình 3.2 b có 5 tụ điện được mắc theo sơ đồ:

$$C_1 \,//\, (\, C_2 \text{ nt } C_3 \text{ nt } C_4) \,//\, C_5$$

Tụ điện C_1 là tụ điện không khí có diện tích đối diện S_1 và khoảng cách hai tấm là $d_1 = d$, có điện dung:

$$C_1 = \frac{S_1}{k4\pi d} = \frac{C_o S_1}{S}$$

Tụ điện C_2 là tụ điện không khí có diện tích đối diện S_2 và khoảng cách hai tấm là d_2, có điện dung:

$$C_2 = \frac{S_2}{k4\pi d_2} = \frac{d\varepsilon S_2 C_o}{d_2 S} = \frac{dC_o}{2d_2}$$

Tụ điện C_3 là tụ điện điện môi có diện tích đối diện S_2 và khoảng cách hai tấm là d_3, có điện dung:

$$C_3 = \frac{\varepsilon S_2}{k4\pi d_3} = \frac{d\varepsilon S_2 C_o}{d_3 S} = \frac{d\varepsilon C_o}{2d_3}$$

Tụ điện C_4 là tụ điện không khí có diện tích đối diện là S_2 và khoảng cách hai tấm là d_4, có điện dung:

$$C_4 = \frac{S_2}{k4\pi d_4} = \frac{d\varepsilon S_2 C_o}{d_4 S} = \frac{dC_o}{2d_4}$$

Tụ điện C_5 là tụ điện không khí có diện tích đối diện là S_3 và khoảng cách hai tấm là $d_5 = d$, có điện dung:

$$C_5 = \frac{S_3}{k4\pi d} = \frac{S_3 C_o}{S}$$

Điện dung của 3 tụ điện mắc nối tiếp:

$$\frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} = \frac{2d_2}{dC_o} + \frac{2d_3}{\varepsilon dC_o} + \frac{2d_4}{dC_o}$$

$$\frac{2}{dC_o}(d_2 + d_4) + \frac{2d_3}{\varepsilon dC_o} = \frac{2}{d.C_o}(\frac{2d}{3} + \frac{d}{3\varepsilon}) = \frac{2(2\varepsilon + 1)}{3\varepsilon C_o}$$

$$\Rightarrow \qquad C_{234} = \frac{3\varepsilon C_o}{2(2\varepsilon + 1)}$$

$$C_{15} = C_1 + C_5 = \frac{S_1C_o}{S} + \frac{S_3C_o}{S} = \frac{C_o}{2}$$

$$\Rightarrow \qquad C = C_{15} + C_{234} = \frac{C_o}{2} + \frac{3\varepsilon C_o}{2(2\varepsilon + 1)} = \frac{C_o(5\varepsilon + 1)}{2(2\varepsilon + 1)}.$$

Ví dụ III.3

Có hai tụ điện không khí giống nhau mắc nối tiếp vào hiệu điện thế không đổi. Hỏi hiệu điện thế và điện tích từng tụ điện biến đổi bao nhiêu lần khi nhúng một trong hai tụ điện vào trong điện môi lỏng có hằng số điện môi ε.

Bài giải:

Khi mắc hai tụ điện không khí giống nhau nối tiếp vào hiệu điện thế U:

$$U_1 = U_2 = \frac{U}{2} \tag{1}$$

Giả sử điện dung của mỗi tụ không khí là C_o:

$$q_1 = q_2 = \frac{C_oU}{2} \tag{2}$$

Khi nhúng tụ điện không khí C_0 vào trong điện môi lỏng thì nó có điện dung là εC_0. Ta có hiệu điện thế các tụ điện khi nhúng:

$$U_1' + U_2' = U$$

$$\frac{U'_1}{U'_2} = \frac{\varepsilon C_o}{C_o} = \varepsilon$$

$$\Rightarrow \qquad \frac{U'_1}{U'_1 + U'_2} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1}$$

$$\Rightarrow \qquad \begin{cases} U'_1 = \dfrac{\varepsilon U}{\varepsilon + 1} & (3) \\ U'_2 = \dfrac{U}{\varepsilon + 1} & (4) \end{cases}$$

Điện tích các tụ điện khi nhúng:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{C_oU}{\varepsilon + 1} \qquad (5)$$

Chia (1) cho (3) ta được:

$$\frac{U_1}{U'_1} = \frac{\varepsilon + 1}{2\varepsilon}$$

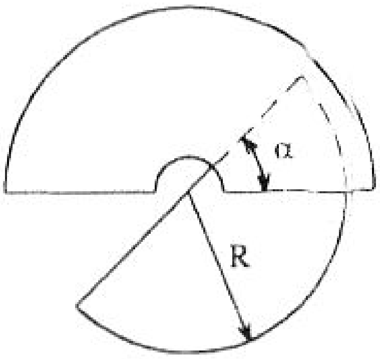
$$\frac{U_2}{U'_2} = \frac{\varepsilon + 1}{2}$$

Chia (2) cho (5):

$$\frac{q_1}{q'_1} = \frac{\varepsilon + 1}{2}$$

Ví dụ III.4

Một tụ điện xoay có 21 lá kim loại hình nửa mặt trời trong đó có 11 lá cố định và 10 lá xoay được xung quanh một trục ở giữa (hình 3.3). Khi các lá nằm đối diện hoàn toàn tụ xoay có điện dung cực đại $C_{Vmax} = 490pF$*, khi quay các lá đi* 180^0 *điện dung của tụ xoay giảm đến cực tiểu* $C_{Vmin} = 10pF$*.*



Hình 3.3

Các lá đều nằm trong không khí và cách đều nhau những khoảng d = 0,5 mm

1. Tìm bán kính của mỗi lá.

2. Tìm điện dung của tụ xoay khi quay các lá đi một góc $\alpha = 30^0$ *kể từ giá trị cực đại.*

Hình 3.4

Bài giải:

1. Tụ xoay có n lá gồm (n - 1) tụ điện phẳng không khí mắc song song theo sơ đồ như hình 3.4:

$$C_{V\,max} = \frac{(n-1)\,S_{max}}{k4\pi d}$$

$$S_{max} = \frac{C_{V\,max}\,k4\pi d}{n-1} = \frac{490.10^{-12}.9.10^{9}.4.\pi.5.10^{-4}}{20} = \frac{\pi R^2}{2}$$

Suy ra bán kính mỗi lá: $R = 9,4.10^{-3}$ m

2. Khi quay các lá đi 180^0 điện dung của tụ xoay giảm đi một lượng : $C_{V\max} - C_{V\min}$

khi quay các lá đi α^0 điện dung của tụ xoay giảm đi một

lượng $\frac{C_{V\max} - C_{V\min}}{180^0}\alpha^0$

Điện dung của tụ xoay sau khi quay các lá đi α^0 từ giá trị cực đại:

$$C_{V\alpha} = C_{V\max} - \frac{C_{V\max} - C_{V\min}}{180^0}\alpha^0 = 410\,\text{pF}$$

Chú ý: Nếu quay các lá đi một góc α^0 từ giá trị cực tiểu thì điện dung của tụ xoay là:

$$C_{V\alpha} = C_{V\min} + \frac{C_{V\max} - C_{V\min}}{180^0}\alpha^0$$

Ví dụ III.5

Khoảng cách giữa hai tâm 1 và 3 của một tụ điện là $d = 10{,}5$ *mm. Cho tụ điện tích điện rồi đưa vào bên trong hai tấm của tụ điện một tấm kim loại 2 song song với hai tấm kia.*

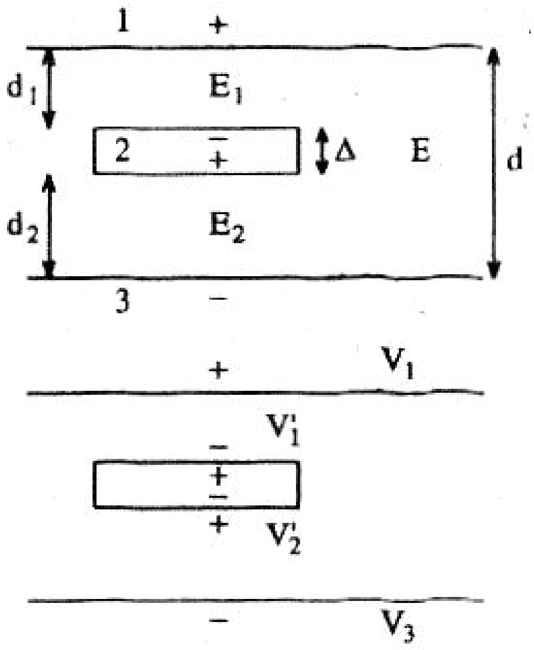
1. Gọi E_{12}, E_{23} *và* E *là cường độ điện trường bên trong các tấm 1 và 2, 2 và 3, 1 và 3. Chứng minh* $E_{12} = E_{23} > E$.

2. Tấm kim loại 2 có chiều dày $\Delta = 0{,}5$ *mm và cách tấm 1 một khoảng* $d_1 = 4$ *mm. Tìm điện thế của tấm 2 biết các tấm 1 và 3 có điện thế* $V_1 = 50V$ *và* $V_3 = -60V$.

3. Thay tấm kim loại 2 bằng một tấm điện môi cùng hình dáng và cùng kích thước, có hằng số điện môi là $\varepsilon = 2$. *Tìm hiệu điện thế giữa hai mặt tấm điện môi coi như* V_1 *và* V_3 *không đổi.*

Bài giải:

1. Khi đưa tấm kim loại vào bên trong một tụ điện đã tích điện thì điện tích của các tấm tụ điện không thay đổi nhưng hiệu điện thế giữa hai tấm thay đổi. Hai mặt tấm kim loại nhiễm điện trái dấu và có điện tích bằng điện tích của các tấm tụ điện. Vật dẫn trở thành một khối đẳng thế.



Hình 3.5

Lúc này ta có ba tụ điện phẳng (hình 3.5) có điện dung là C_{12} ,C_{23} và C:

$$C_{12} = \frac{S}{k4\pi d_1} \quad \text{và} \quad C_{23} = \frac{S}{k4\pi d_2}$$

S là diện tích của tấm kim loại .

Cường độ diện trường bên trong hai tụ điện C_{12}, C_{23} và C:

$$E_{12} = \frac{V_1 - V_2}{d_{12}} = \frac{q_1}{C_{12}d_{12}} = \frac{q_1 k4\pi}{S}$$

$$E_{23} = \frac{V_2 - V_3}{d_{23}} = \frac{q_2}{C_{12}d_{23}} = \frac{q_2 k4\pi}{S}$$

Vì $q_1 = q_2 = q$ nên $E_{12} = E_{23}$

$$E = \frac{V_1 - V_3}{d} = \frac{V_1 - V_2}{d} + \frac{V_2 - V_3}{d} = \frac{E_{12}d_{12}}{d} + \frac{E_{23}d_{23}}{d}$$

$$= \frac{E_{12}(d_{12} + d_{23})}{d}$$

Vì: $d_{12} + d_{23} < d$ nên $E < E_{12} = E_{23}$

2. Từ kết quả trên ta suy ra:

$$\frac{V_1 - V_2}{d_{12}} = \frac{V_1 - V_3}{d_{12} + d_{23}}$$

Thay số:

$$\frac{50 - V_2}{4} = \frac{50 + 60}{10} \quad \rightarrow V_2 = 6\,V$$

3. Khi thay tấm kim loại bằng tấm điện môi thì do hiện tượng phân cực hai mặt tấm điện môi cũng xuất hiện các điện tích trái dấu. Gọi V_1' là điện thế ở mặt đối diện với tấm 1 và V_3' là điện thế ở mặt đối diện với tấm 3 và cường độ điện trường trong không khí lớn hơn cường độ điện trường trong điện môi ε lần nên ta có:

$$E_{12}' = E_{23}' = \varepsilon\, E_{13}'$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{V_1 - V_{1'}}{d_{12}} = \frac{V'_3 - V_3}{d_{23}} = \varepsilon\, \frac{V'_1 - V'_3}{\Delta}$$

hay: $$\frac{V_1 - (V'_1 - V'_3) - V_3}{d_{12} + d_{23}} = \varepsilon\, \frac{V'_1 - V'_3}{\Delta}$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{110 - (V'_1 - V'_3)}{10} = \frac{2\,(V'_1 - V'_3)}{0.5}$$

Suy ra hiệu điện thế hai mặt **tấm điện môi** $V_1' - V_3' = 2{,}7$V.

Ví dụ III.6

Có mạch điện như ở hình 3.6:

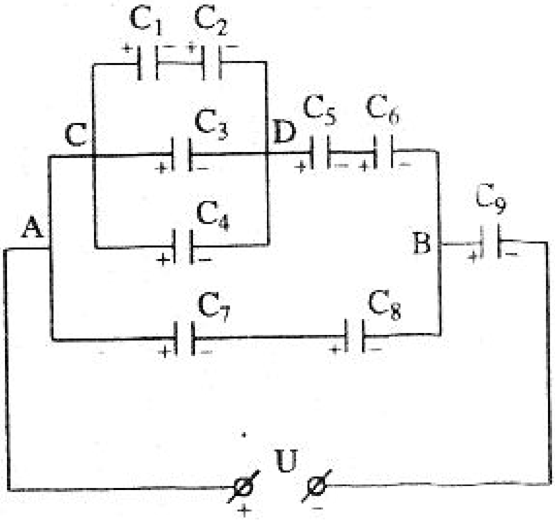
$C_1 = 3\ \mu F$; $C_2 = C_3 = C_5 = 6\ \mu F$;

$C_4 = C_6 = 4\ \mu F$; $C_7 = C_8 = 12\ \mu F$; $C_9 = 2\ \mu F$

$U = 100\ V$.

1. Tìm điện dung của mạch.

2. Tìm điện tích và hiệu điện thế từng tụ điện. *Hình 3.6*[3.6*]



Hình 3.6

Bài giải:

1.Sơ đồ mạch điện:

$$\langle \{[(C_1 \text{ nt } C_2) \,//\, C_3 \,//\, C_4] \text{ nt } C_5 \text{ nt } C_6\} \,//\, (C_7 \text{ nt } C_8)\rangle \text{ nt } C_9$$

$$C_{12} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3.6}{3+6} = 2\mu F$$

$$C_{1\text{-}4} = C_{12} + C_3 + C_4 = 2 + 6 + 4 = 12\ \mu F$$

$$\frac{1}{C_{1-6}} = \frac{1}{C_{1-4}} + \frac{1}{C_5} + \frac{1}{C_6} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

[3.6*] Do kích thước quá nhỏ của hình vẽ tụ điện nên ta phải vẽ các dấu điện tích (+) và (-) ở bên ngoài tụ điện. Trong thực tế, các điện tích chỉ tập trung ở trên bề mặt đối nhau bên trong tụ điện.

⟹ $$C_{1-6} = 2\mu F$$

$$C_{78} = \frac{C_7C_8}{C_7 + C_8} = \frac{12}{2} = 6\mu F$$

$$C_{1-8} = C_{1-6} + C_{78} = 2 + 6 = 8\ \mu F$$

$$C = \frac{C_{1-8}C_9}{C_{1-8} + C_9} = \frac{8.2}{8 + 2} = 1{,}6\ \mu F$$

2. $$q_{1-8} = q_9 = CU = 160\mu C$$

$$U_{AB} = \frac{q_{1-8}}{C_{1-8}} = \frac{160}{8} = 20V$$

$$q_7 = q_8 = q_{78} = C_{78}U_{AB} = 6.20 = 120\ \mu C$$

$$q_5 = q_6 = q_{1-4} = q_{1-6} = C_{1-6}U_{AB} = 2.\ 20 = 40\ \mu C$$

$$U_{CD} = \frac{q_{1-4}}{C_{1-4}} = \frac{40}{12} = \frac{10}{3}V$$

$$q_1 = q_2 = C_{12}U_{CD} = 2.\frac{10}{3} = \frac{20}{3}\ \mu C$$

$$q_3 = C_3U_{CD} = 6\frac{10}{3} = \frac{40}{3}\ \mu C$$

$$q_4 = C_4U_{CD} = 4\ \frac{10}{3} = \frac{40}{3}\mu C$$

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{20}{3.3} = \frac{20}{9}V\ \ ;\ \ U_2 = \frac{20}{3.6} = \frac{10}{9}V$$

$$U_3 = U_4 = U_{CD} = 20V\ ;\ U_5 = \frac{q_5}{C_5} = \frac{40}{6} = \frac{20}{3}V$$

$$U_6 = \frac{q_6}{C_6} = \frac{40}{4} = 10\,V \ : \ U_7 = U_8 = \frac{q_7}{C_7} = \frac{120}{12} = 10\ V$$

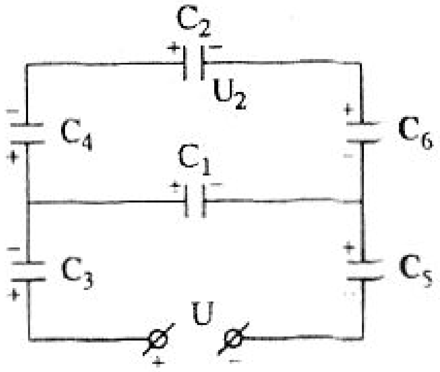
Ví dụ III.7

Có mạch tụ điện như hình 3.7:

$U = 12\ V$; $C_1 = C_2$; $C_3 = C_5 = 3/2\ C_4 = 3/2\ C_6$.

Biết hiệu điện thế của tụ điện C_2 là $U_2 = 3\ V$.

Tìm hiệu điện thế của tụ điện C_1.



Hình 3.7

Bài giải:

Sơ đồ mạch tụ điện:

$$[(\ C_2 \text{ nt } C_4 \text{ nt } C_6)\ //\ C_1] \text{ nt } C_5 \text{ nt } C_5$$

Hệ phương trình:

$$q_4 = q_6 = q_{246} = q_2 = C_2U_2 = C_1U_2 = 3\ C_1 \qquad (1)$$

$$U_4 + U_6 + U_2 = 2\ U_6 + 3 = U_1 \qquad (2)$$

$$q_3 = q_5 = q_1 + q_{246} \qquad (3)$$

$$U_3 + U_5 + U_1 = 2\ U_3 + U_1 = 12 \qquad (4)$$

Từ (2): $$U_6 = \frac{U_1 - 3}{2}$$

Từ (1): $$C_6\,U_6 = 3C_1 \rightarrow C_1 = \frac{C_6\left(U_1 - 3\right)}{6}$$

Từ (3): $$C_3U_3 = C_5U_5 = C_1U_1 + 3C_1$$

$$\frac{3}{2}C_6U_3 = \frac{3}{2}C_6U_5 = C_1U_1 + 3C_1$$

⇒ $$U_3 = U_5 = \frac{2C_1(U_1 + 3)}{3C_6}$$

Thay tất cả vào (4):

⇒ $$4C_1\frac{(U_1 + 3)}{3C_6} + U_1 = 12$$

⇔ $$\frac{4C_6(U_1 - 3)(U_1 + 3)}{18C_6} + U_1 = 12$$

⇔ $$2U_1^2 + 9U_1 - 90 = 0$$

⇒ $$U_1 = 4.8\ V$$

Ví dụ III.8

Đem tích điện cho tụ điện $C_1 = 6\mu F$ bằng hiệu điện thế $U_1 = 10V$ rồi dùng tụ điện C_1 này tích điện cho tụ điện $C_2 = 12\mu F$ chưa tích điện. Tìm điện tích và hiệu điện thế từng tụ điện.

Bài giải:

Điện tích và hiệu điện thế các tụ điện:

- Trước khi mắc vào mạch điện:

$$q_1 = C_1U_1 = 6.10 = 60\ \mu C \quad : \qquad q_2 = 0$$

- Sau khi mắc vào mạch điện:

Theo định luật bảo toàn điện tích:

$$q_1' + q_2' = q_1 = 60$$

$$C_1U_1' + C_2U_2' = 60$$

hay: $$6U_1' + 12U_2' = 60 \qquad (1)$$

Coi như hai tụ điện mắc song song:

$$U_1' = U_2' = U_{//} \qquad (2)$$

Giải (1) và (2) ta được:

$$U'_1 = U'_2 = \frac{10}{3}\text{V};\quad q'_1 = 6\,\frac{10}{3} = 20\ \mu\text{C}$$

$$q'_2 = 12\frac{10}{3} = 40\ \mu\text{C}$$

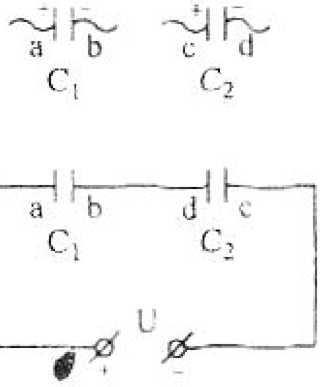
Ví dụ III.9

Đem tích điện cho tụ điện $C_1 = 3\mu F$ đến hiệu điện thế $U_1 = 300V$ cho tụ điện $C_2 = 2\mu F$ đến hiệu điện thế $U_2 = 220V$ rồi:

1. Nối các tấm tích điện cùng dấu với nhau.

2. Nối các tấm tích điện khác dấu với nhau.

3. Mắc hai tụ điện nối tiếp như hình vẽ 3.8 rồi mắc vào hiệu điện thế U = 400V.

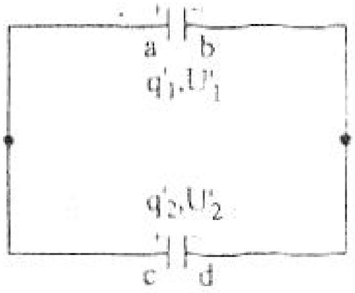


Hình 3.8

Tìm điện tích và hiệu điện thế của mỗi tụ điện trong từng trường hợp.

Bài giải:

Điện tích của các tụ điện



Hình 3.9

trước khi mắc thành mạch điện:

$q_1 = C_1U_1 = 3.300 = 900\mu C$; $q_2 = C_2U_2 = 2.200 = 400\mu C$

1. Khi nối các tấm cùng dấu với nhau (hình3.9):

Coi như hai tụ điện mắc song song:

$$U_1' = U_2' = U_{//} \qquad (1)$$

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho hai tấm a và c:

$$q_1' + q_2' = q_1 + q_2 = 1300$$

$$C_1U_1' + C_2U_2' = 1300$$

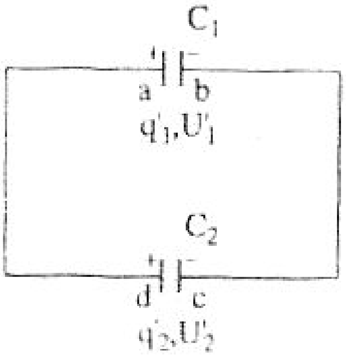
$$3\,U_1' + 2\,U_2' = 1300 \qquad (2)$$

Giải (1) và (2) ta được:

$U_1' = U_2' = 260$ V

$q_1' = C_1U_1' = 780\ \mu C$;

$q_2' = C_2\,U_2' = 520\ \mu C$



Hình 3.10

. Khi nối các tấm khác dấu với nhau (hình 3.10)

$$U_1' = U_2' = U_{//} \qquad (3)$$

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho hai tấm a và d:

$$q_1' + q_2' = q_1 - q_2 = 500$$

$$C_1U_1' + C_2U_2' = 500$$

$$3U_1' + 2U_2' = 500 \qquad (4)$$

Giải (3) và (4) ta được:

$$U_1' = U_2' = 100V$$

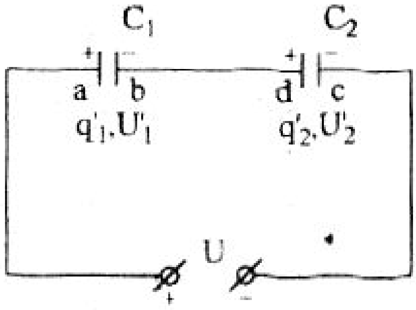
$$q_1' = C_1U_1' = 300\mu C \quad ; \quad q_2' = C_2U_2' = 200\mu C$$

3. Khi mắc nối tiếp các tụ điện

Giả sử điện tích các tấm tụ điện có dấu như hình 3.11:

$$U_1' + U_2' = U = 400 \qquad (1)$$

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho hai tấm b và d:



Hình 3.11

$$-q_1' + q_2' = -q_1 - q_2 = -1300$$

$$-C_1U_1' + C_2U_2' = -1300$$

$$-3U_1' + 2U_2' = -1300 \qquad (2)$$

$$2U_1' + 2U_2' = 800 \qquad (1')$$

Cộng (2) với (1')

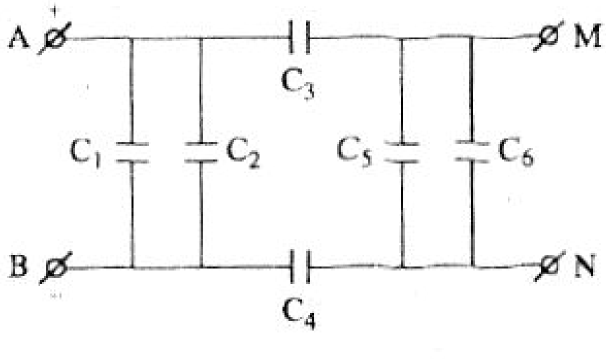
$$\Rightarrow \quad 5U_1' = 2100$$

$$U_1' = -420V$$

$$\Rightarrow \quad U_2' = -20V$$

$$q_1' = 1260\mu C \quad ; \quad q_2' = -40\mu C$$

q_2' có dấu âm chứng tỏ dấu điện tích qui ước trên các tấm của tụ điện C_2 không đúng dấu điện tích có thực của tụ điện này.



Hình 3.12

Ví dụ III.10

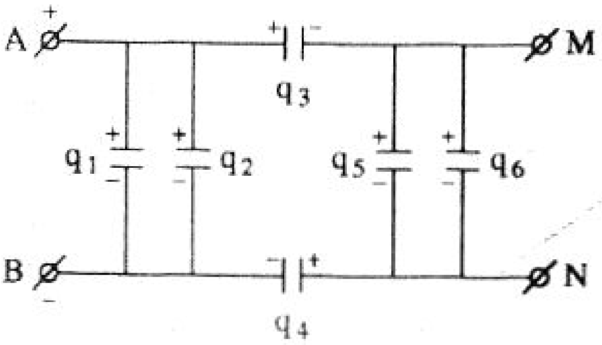
Có mạch điện như hình 3.12: các tụ điện có điện dung bằng nhau và chưa tích điện trước khi mắc vào *mạch. Mắc hai đầu A và B vào hiệu điện thế $U_{AB} = 60V$ rồi tách khỏi hiệu điện thế này và mắc hai đầu M và N vào hiệu điện thế $U_{MN} = 60V$. Tìm hiệu điện thế U'_{AB}*

Bài giải:

Ở hiệu điện thế $U_{AB} = 60V$:

$[(C_5 \ // \ C_6)$ n t C_3 n t $C_4] \ // \ C_1 // \ C_2$

Điện tích ở các tấm tụ điện có dấu như ở hình 3.13:



Hình 3.13

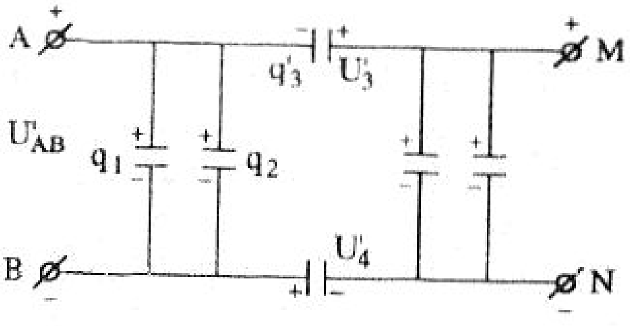
$$C_{56} = 2C \ ; \ C_{5634} = \frac{2C}{5}$$

$$q_3 = q_4 = q_{56} = q_{5634} = C_{5634}U_{AB} = 24C$$

$$q_1 = q_2 = CU_{AB} = 60C$$

Khi mắc mạch vào $U_{MN} = 60V$:

Điện tích ở các tấm tụ có dấu như ở hình 3.14:



Hình 3.14

Vì trước khi mắc vào hiệu điện thế U_{MN} trên các tụ điện đã tích điện nên không thể áp dụng các quy luật về tụ điện mắc song song và nối tiếp mà phải sử dụng định luật bảo toàn điện tích cho các tấm tụ điện nối với nút A:

$$-q_3' + q_2' + q_1' = q_1 + q_2 + q_3 = 144C \tag{1}$$

$$q_1' = q_2'$$

$$\Rightarrow \quad -CU_3' + 2CU'_{AB} = 144C$$

$$\Rightarrow \quad -U_3' + 2U'_{AB} = 144 \tag{1'}$$

$$U_3' + U'_{AB} + U_4' = U'_{MN} \Rightarrow 2U'_3 + U'_{AB} = 60 \tag{2}$$

$$U_3' = U_4'$$

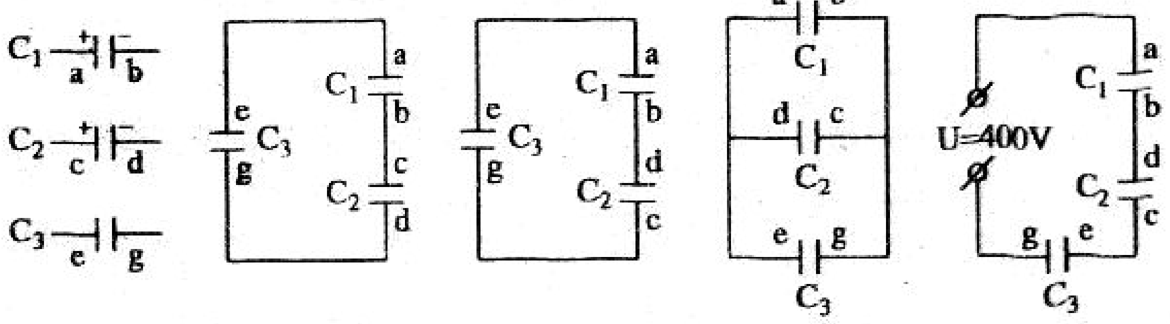
$$\Rightarrow \quad 2U_3' + U'_{AB} = 60 \tag{2'}$$

Giải (2') và (1') ta được:

$$U'_{AB} = 69,6V$$

Ví dụ III.11

Đem tích điện cho tụ điện $C_1 = 4\ \mu F$ đến hiệu điện thế $U_1 = 30V$, cho tụ điện $C_2 = 3\mu F$ đến hiệu điện thế $U_2 = 50V$ rồi mắc



a) b) c) d)

Hình 3.15

chúng vào mạch cùng với tụ điện $C_3 = 6\mu F$ chưa tích điện như hình vẽ 3.15. Tìm điện tích và hiệu điện thế của các tụ điện sau khi mắc.

Bài giải:

Điện tích các tụ điện:

$$q_1 = C_1U_1 = 4.30 = 120\ \mu C\ ;\ q_2 = C_2U_2 = 3.50 = 150\ \mu C\ ;\ q_3 = 0$$

1. Ở hình vẽ 3.15a

Dấu điện tích ở các tấm quy ước như ở hình 3.16:

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho các tấm b và c, a và e:

$$-q_1' + q_2' = -q_1 + q_2 = 30 \qquad (1)$$

$$q_1' + q_3' = q_1 + q_3 = 120 \qquad (2)$$

Phương trình hiệu điện thế :

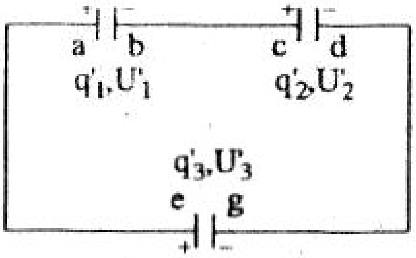
$$U_1' + U_2' = U_3' \qquad (3)$$

Chuyển phương trình (3) sang phương trình điện tích:

$$\frac{q'_1}{C_1} + \frac{q'_2}{C_2} = \frac{q'_3}{C_3}$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{q'_1}{4} + \frac{q'_2}{3} = \frac{q'_3}{6}$$

$$\Leftrightarrow \ 3q_1' + 4q_2' = 2q_3' \qquad (3')$$



Hình 3.16

Từ (1) và (2) rút ra:

$$q_3' = 120 - q_1'$$

$$q_2' = 30 + q_1'$$

Thay tất cả vào (3') ta được :

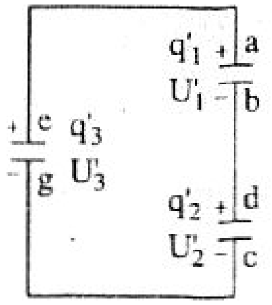
$$3q_1' + 120 + 4q_1' = 240 - 2q_1'$$

Rút ra: $q'_1 = \frac{40}{3}\,\mu C$; $q'_2 = \frac{130}{3}\,\mu C$; $q'_3 = \frac{320}{3}\,\mu C$

$$U'_1 = \frac{10}{3}V;\quad U'_2 = \frac{130}{9}V;\quad U'_3 = \frac{160}{9}V.$$

2. Ở hình 3.15 b:

Dấu của các điện tích ở các tấm được quy ước như hình 3.17:



Hình 3.17

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho các tấm b và d, a và e:

$$-q_1' + q_2' = -q_1 - q_2 = -270 \qquad (1)$$

$$q_1' + q_3' = q_1 + q_3 = 120 \qquad (2)$$

Phương trình hiệu điện thế :

$$U_1' + U_2' = U_3' \qquad (3)$$

hay: $$3q_1' + 4q_2' = 2q_3'$$

Rút q_2' và q_3' từ hai phương trình (1) và (2) rồi thay vào (3) ta được:

$$3q_1' - 1080 + 4q_1' = 240 - 2q_1'$$

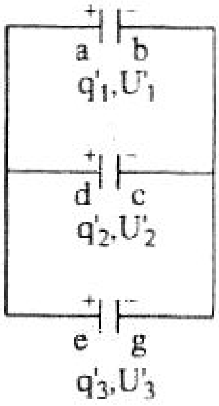
$$q'_1 = \frac{1320}{9}\mu C\ ;\ q'_2 = \frac{1110}{9}\mu C\ ;\ q'_1 = \frac{240}{9}\mu C$$

$$U'_1 = \frac{110}{9}\text{V} \quad ; U'_2 = \frac{1110}{27}\text{V} \quad ; U'_3 = \frac{40}{9}\text{V}$$

Các dấu âm chứng tỏ việc quy ước dấu trên các tấm tụ điện không phù hợp với dấu có thực của các tụ điện trong mạch.

3. Ở hình 3.15 c:

Dấu điện tích trên các tấm tụ điện được quy ước như ở hình 3.18:



Hình 3.18

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho các tấm a,d,e:

$$q_1' + q_2' + q_3' = q_1 - q_2 + q_3 = -30$$

Phương trình hiệu điện thế:

$$U_1' = U_2' = U_3' = U_{//}$$

$$4\,U_{//} + 3\,U_{//} + 6\,U_{//} = -30$$

$$U_{//} = -\frac{30}{13}\text{ von}$$

$$q'_1 = -\frac{120}{13}\mu C \;;\; q'_2 = -\frac{90}{13}\mu C \;;\; q'_3 = -\frac{180}{13}\mu C$$

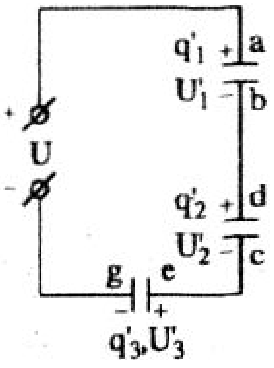
4. Ở hình 3.15 d:

Dấu điện tích các tấm tụ điện được quy ước như hình 3.19.

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho các tấm b và d , c và e:

$$-q_1' + q_2' = -q_1 - q_2 = -270 \quad (1)$$

$$-q_2' + q_3' = q_2 + q_3 = 150 \quad (2)$$



Hình 3.19

$$U'_1 + U'_2 + U'_3 = 400$$

$$\frac{q'_1}{4} + \frac{q'_2}{3} + \frac{q'_3}{6} = 40$$

$$3q_1' + 4q_2' + 2q_3' = 4800 \quad (3)$$

Từ (1) và (2) rút ra:

$$q_1' = 270 + q_2' \quad \text{và} \quad q_3' = 150 + q_2'$$

Thay vào (3) ta được:

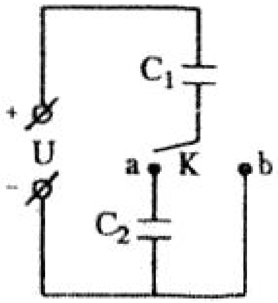
$$810 + 3\,q_2' + 4\,q_2' + 300 + 2\,q_2' = 4800$$

$$\Rightarrow \quad q_2' = 410\mu C \;;\; q_1' = 680\mu C \;;\; q_3' = 560\mu C$$

$$U'_2 = \frac{410}{3} V \;;\; U'_3 = 170\ V \;;\; U'_2 = \frac{280}{3} V$$

Ví III.12

Có mạch điện như hình 3.20: hai tụđiện C_1 và C_2 đều có điện dung bằng C .Với hiệu điện thế U không đổi điện tích của các tụ điện thay đổi như thế nào khi cho ngắt K dao động giữa hai chốt a và b?



Hình 3.20

Bài giải:

Có hai trường hợp xảy ra:

1. Khóa K bắt đầu dao động từ a:

$$q'_{1a} = q'_{2a} = \frac{C}{2}U$$

Khi chuyển K sang b lần thứ nhất:

$$q'_{2b} = \frac{C}{2}U \quad ; \quad q'_{1b} = CU$$

Khi chuyển K sang a lần thứ hai:

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho tấm dưới của tụ điện C_1 và tấm trên của tụ điện C_2:

$$-q''_{1a} + q''_{2a} = -CU + \frac{C}{2}U = -\frac{C}{2}U \qquad (1)$$

$$U''_{1a} + U''_{2a} = U$$

$$\frac{q''_{1a}}{C} + \frac{q''_{2a}}{C} = U$$

$$q''_{1a} + q''_{2a} = CU \qquad (2)$$

Cộng (1) và (2) ta được:

$$q''_{2a} = \frac{CU}{4} \quad ; \quad q''_{1a} = \frac{3CU}{4}$$

Khi chuyển K sang b lần thứ 2:

$$q''_{1b} = CU \quad q''_{2b} = \frac{CU}{4}$$

Khi chuyển K sang a lần thứ 3:

$$-q'''_{1a} + q'''_{2a} = -q''_{1b} + q''_{2b} = -CU + \frac{CU}{4} = -\frac{3CU}{4} \qquad (3)$$

$$U'''_{1a} + U'''_{2a} = U$$

$$\Leftrightarrow \qquad q'''_{1a} + q'''_{2a} = CU \qquad (4)$$

Cộng (3) với (4):

$$q'''_{1a} = \frac{7CU}{8} \;;\; q'''_{2a} = \frac{CU}{8}$$

Khi chuyển K sang b lần thứ 3:

$$q'''_{1b} = CU \;;\; q'''_{2b} = \frac{CU}{8}$$

Khi chuyển K sang a lần thứ 4:

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho tấm dưới tụ điện C_1 và tấm trên của tụ điện C_2:

$$- q''_{1a} + q''_{2a} = - q'''_{1b} + q'''_{2b} = - CU + \frac{CU}{8} = -\frac{7CU}{8} \qquad (5)$$

$$q^4_{1a} + q^4_{2a} = CU \qquad (6)$$

Cộng (5) với (6):

$$q^4_{2a} = \frac{CU}{16} \;;\; q^4_{1a} = \frac{15CU}{16}$$

Từ các số liệu trên có thể tính được điện tích của từng tụ điện khi K chuyển đến a rồi đến b lần thứ n:

$$q^n_{1a} = \frac{(n^2 - 1)CU}{n^2} \qquad q^n_{2a} = \frac{CU}{2^n}$$

$$q^n_{1b} = CU \qquad q^n_{2b} = \frac{(n^2 - 1)CU}{n^2}$$

Khi $n = \infty$:

Nếu K ở a thì điện tích của tụ $C_1 \to 0$ của tụ $C_2 \to 0$

Nếu K ở b thì điện tích của tụ C_1 bằng 0, của tụ $C_2 \to 0$

2. Khóa K bắt đầu dao động từ b lần thứ nhất:

$$q'_{1b} = CU \qquad q'_{2b} = 0$$

Khi chuyển K sang a:

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho tấm dưới tụ điện C_1 và tấm trên tụ điện C_2:

$$-q'_{1a} + q'_{2a} = -q'_{1b} = -CU \qquad (1)$$

$$q'_{1a} + q'_{2a} = CU \qquad (2)$$

Cộng (1) với (2) :

$$q'_{2a} = 0 \quad ; \quad q'_{1a} = CU$$

Khi chuyển K sang b lần thứ 2:

$$q''_{1b} = CU \qquad q''_{2b} = 0$$

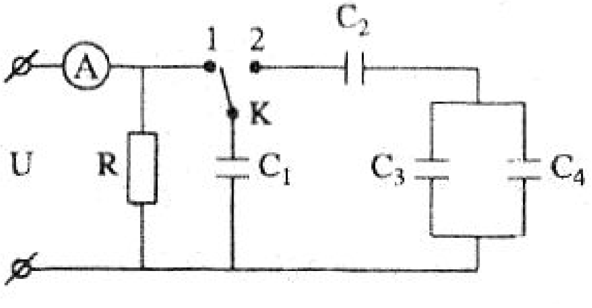
Trong trường hợp này điện tích của tụ điện C_2 luôn luôn bằng 0 còn điện tích của tụ điện C_1 luôn luôn bằng CU.

Ví dụ III.13

Có mạch điện như hình 3.21:

$C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 5\mu F$, $C_3 = 3\mu F$, $C_4 = 2\mu F$, $R = 20\,\Omega$. Ampe kế chỉ 3,5A.

Tìm điện tích các tụ điện khi chuyển ngắt K từ chốt 1 sang chốt 2.



Hình 3.21

Bài giải:

Khi ngắt K ở chốt 1 chỉ có tụ điện C_1 được tích điện

$q_1 = C_1U$ còn các tụ điện khác chưa tích điện.

Khi chuyển K từ chốt 1 sang chốt 2 thì một phần điện tích dương của tấm trên chạy đến tấm trái tụ điện C_2 và môt phần điện tích âm chạy đến các tấm dưới của các tụ điện C_3 và C_4, còn các tấm khác của các tụ điện này nhiễm điện do hưởng ứng:

Điện tích các tụ điện sẽ là :

$$q'_1 = C_1U' \qquad (1)$$

$$q'_2 = q'_{34} = C_{234}\,U' \qquad (2)$$

Với
$$C_{234} = \frac{(C_3 + C_4)C_2}{C_2 + C_3 + C_4}$$

U ' là hiệu điện thê hai đầu mạch song song

Mặt khác theo định luật bảo toàn điện tích áp dụng cho hai tấm tụ điện C_1 và C_2 nối với ngắt K:

$$q'_1 + q'_2 = q_1 = C_1U \qquad (3)$$

Thay (1) và (2) vào (3) ta được:

$$(C_1 + C_{234})\,U' = C_1U$$

$$\Rightarrow \qquad U' = \frac{C_1U}{C_1 + C_{234}}$$

Điện tích các tụ điện sau khi chuyển K sang chốt 2:

$$q'_1 = \frac{C_1^2U}{C_1 + C_{234}} \quad ; \quad q'_2 = q'_{34} = \frac{C_{234}C_1U}{C_1 + C_{234}}$$

với $U = IR = 70V$

Thay số: $q'_1 = 20\mu C$; $q'_2 = q'_{34} = 50\ \mu C$

Ví dụ III.14

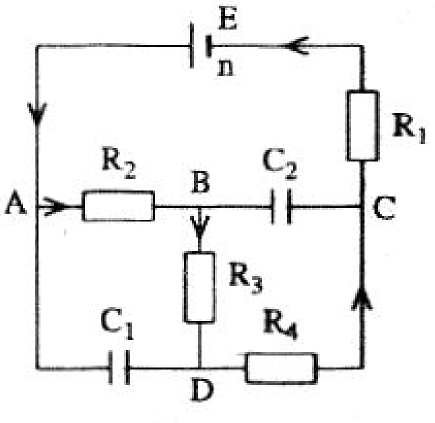
Có mạch điện như hình 3.22:

$R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 4\Omega$,

$= 5\Omega$, $r = 1\Omega$

$= 30V$, $C_1 = 4\mu F$, $C_2 = 6\mu F$.

Tìm điện tích các tụ điện.



Hình 3.22

Bài giải:

Trong mạch có dòng điện ạy qua các điện trở R_1, R_2, R_3, R_4 ắc nối tiếp và có cường độ:

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r} = 2A$$

Hiệu điện thế ở các tụ điện được tính theo cường độ dòng ện chạy qua các điện trở:

$$U_{AD} = I\,(R_2 + R_3) = 2.5 = 10\text{ V}$$

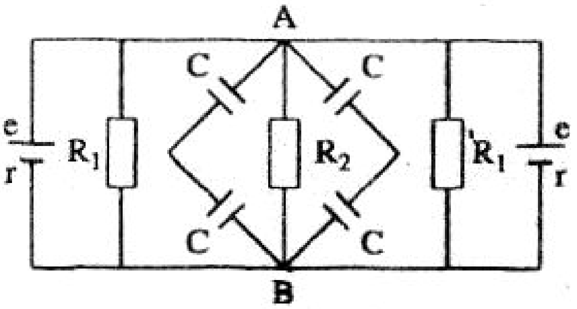
$$U_{BC} = I\,(R_3 + R_4) = 2.7 = 14\text{ V}$$

Điện tích các tụ điện:

$$q_1 = C_1U_{AD} = 40\ \mu C\ ,\ q_2 = C_2U_{BC} = 84\ \mu C$$

Ví dụ III.15

Có mạch điện như hình 23. Tìm điện tích các tụ điện



Hình 3.23

Bài giải:

Mạch gồm hai nguồn song ng giống nhau mắc với mạch oài gồm 3 điện trở mắc song

song với hai mạch tụ điện nối tiếp. Cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{e}{R + r/2}$$

Với $$R = \frac{R_2 . R_1/2}{R_2 + R_1/2} = \frac{R_1R_2}{R_1 + 2R_2}$$

$$I = \frac{2e(R_1 + 2R_2)}{2R_1R_2 + R_1r + 2R_2r}$$

Hiệu điện thế hai đầu mạch song song:

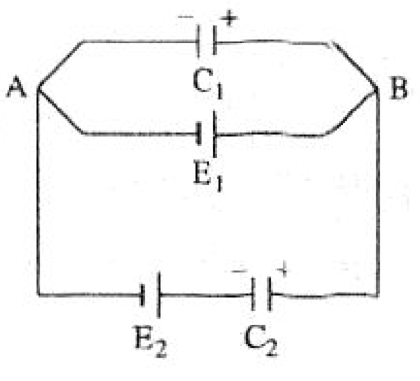
$$U_{AB} = IR = \frac{2eR_1R_2}{2R_1R_2 + R_1r + 2R_2r}$$

Điện tích của các tụ điện như nhau:

$$q = \frac{C}{2}U_{AB} = \frac{CeR_1R_2}{2R_1R_2 + R_1r + 2R_2r}$$

Ví dụ III.16

Ở mạch điện hình 3.24 tìm điện tích các tụ điện.



Hình 3.24

Bài giải:

Dấu điện tích trên các tấm tụ điện được quy ước như hình 3.24. Không có dòng điện qua nguồn E_1 nên $U_{BA} = E_1$

Điện tích các tụ điện:

$$q_1 = C_1 U_{BA} = C_1E_1$$

$$q_2 = C_2 (U_{BA} - E_2) = C_2 (E_1 - E_2)$$

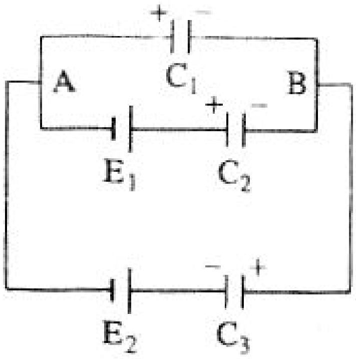
Ví dụ III.17

Ở mạch điện hình 3.25 biết các điện dung C_1, C_2, C_3, suất điện động E_1 và điện tích q_1 của tụ điện C_1. Tìm suất điện động E_2

Bài giải:

Không có dòng điện chạy trong bất cứ đoạn mạch nào.

Dấu điện tích của các tấm tụ điện được quy ước như trên hình vẽ.



Hình 3.25

Hiệu điện thế của tụ điện C_1:

$$U_{AB} = \frac{q_1}{C_1}$$

Áp dụng phương trình điện tích cho mạch nối tiếp:

$$q_2 = C_2 \left(U_{AB} + E_1\right) = C_2 \left(\frac{q_1}{C_1} + E_1\right)$$

$$q_3 = C_3 \left(U_{AB} + E_2\right) = C_3 \left(E_2 - \frac{q_1}{C_1}\right)$$

Phương trình điện tích cho các tấm tụ điện nối với nút A :

$$q_1 + q_2 = q_3$$

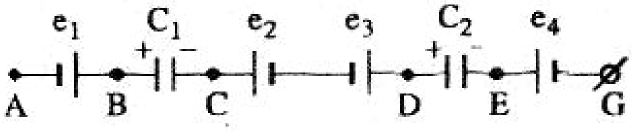
$$q_1 + C_2 \left(\frac{q_1}{C_1} + E_1\right) = C_3 \left(E_2 - \frac{q_1}{C_1}\right)$$

$$C_1q_1 + C_2 q_1 + C_1C_2 E_1 = C_3C_1 E_2 - C_3q_1$$

Suy ra : $$E_2 = -q_1 \frac{C_1 + C_2 + C_3}{C_1C_3} + \frac{C_2}{C_3} E_1$$

Ví dụ III.18

Có mạch điện như hình 3.26. Chứng minh điện tích các tụ điện được tính theo công thức:



Hình 3.26

$$q = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}\left[(V_A - V_G) + e_1 - e_2 + e_3 - e_4\right]$$

Bài giải:

Không có dòng điện chạy trong mạch I = 0 và các tụ điệ mắc nối tiếp nên có điện tích bằng nhau

Phân mạch thành những đoạn mạch nhỏ và tính hiệu điệ thế hai đầu từng đoạn mạch:

$$V_A - V_B = - e_1$$

$$V_B - V_C = \frac{q_1}{C_1} = \frac{q}{C_1}$$

$$V_C - V_D = e_2 - e_3$$

$$V_D - V_E = \frac{q_1}{C_2} = \frac{q}{C_2}$$

$$V_E - V_G = e_4$$

Cộng các phương trình ta được:

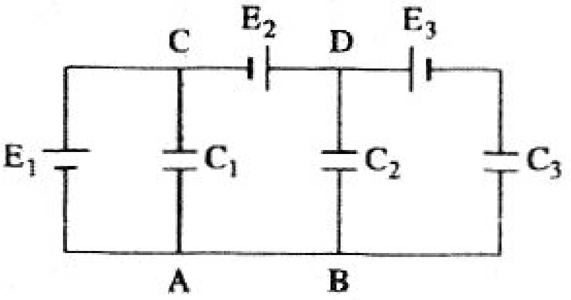
$$V_A - V_G = q\left(\frac{C_1 + C_2}{C_1C_2}\right) - e_1 + e_2 - e_3 + e_4$$

$$q = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}\left[(V_A - V_G) + e_1 - e_2 + e_3 - e_4\right]$$

Ví dụ III.CAPut!'

Có mạch điện như hình 3.27. Tìm điện tích các tụ điện.

Bài giải:



Hình 3.27

Vì không có dòng điện qua nguồn E_1, E_2 và E_3 nên:

$U_{CA} = E_1$, $U_{DC} = E_2$ và

$U_{DB} = U_{DC} + U_{CA} = E_2 + E_1$

Điện tích các tụ điện:

$$q_1 = C_1U_{CA} = C_1E_1$$

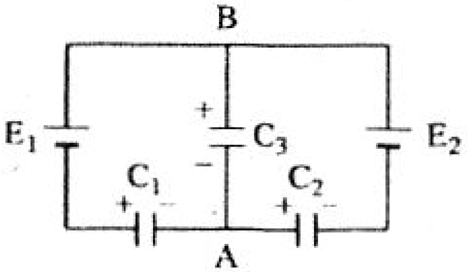
$$q_2 = C_2\,U_{DB} = C_2\,(\,E_2 + E_3)$$

$$q_3 = C_3\,(\,U_{DB} - E_3) = C_3\,(E_2 + E_1 - E_3)$$

Ví dụ III.20

Tìm điện tích các tụ điện ở mạch điện hình 3.28.

Bài giải:



Hình 3.28

Dấu điện tích các tấm tụ điện được quy ước như trên hình vẽ.

Phương trình điện tích các tấm tụ điện nối với nút A:

$$-q_1 - q_3 + q_2 = 0 \qquad (1)$$

Phương trình điện tích của các tụ điện trong từng đoạn mạch:

$$q_1 = C_1(U_{BA} - E_1)$$

$$q_2 = C_2(-U_{BA} + E_2)$$

$$q_3 = C_3U_{BA} \qquad (2)$$

Thay (2) vào (1)

$$-C_1U_{BA} + C_1E_1 - C_3U_{BA} - C_2U_{BA} + C_2E_2 = 0$$

$$\Rightarrow \qquad U_{AB} = \frac{C_2E_2 + C_1E_1}{C_1 + C_2 + C_3}$$

Thay U_{BA} vào (2):ta được:

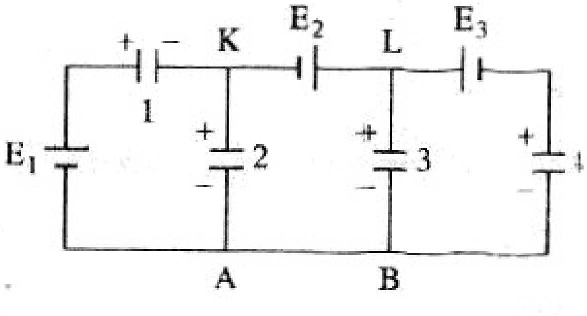
$$q_1 = C_1\frac{C_2E_2 - (C_2 + C_3)E_1}{C_1 + C_2 + C_3}$$

$$q_2 = C_2\frac{-C_1E_1 + (C_1 + C_3)E_2}{C_1 + C_2 + C_3}$$

$$q_3 = C_3\frac{C_1E_1 + C_2E_2}{C_1 + C_2 + C_3}$$

Ví dụ III. 21

Tìm điện tích các tụ điện ở mạch điện hình 3.29 biết các tụ điện cùng có điện dung là C.



Hình 3.29

Bài giải:

Dấu điện tích của các tấm tụ điện được quy ước như trên hình vẽ 3.29:

Chọn điện thế tại nút K bằng 0: $V_K = 0$

ta có: $V_L - V_K = E_2 \rightarrow V_L = E_2$

Áp dụng phương trình điện tích cho các đoạn mạch ta được:

$$q_1 = C[(V_A - V_K) + E_1] = C V_A + CE_1$$

$$q_2 = C(V_K - V_A) = - C V_A \qquad (1)$$

$$q_3 = C(V_L - V_A) = C E_2 - C V_A$$

$$q_4 = C[(V_L - V_A) + E_3] = C E_2 - CV_A + C E_3$$

Áp dụng phương trình điện tích cho các tấm nối với nút A ta được:

$$q_1 = q_2 + q_3 + q_4 \qquad (2)$$

Thay các phương trình (1) vào phương trình (2):

$$V_A + E_1 = - V_A + E_2 - V_A + E_2 - V_A + E_3$$

rút ra:

$$V_A = \frac{2E_2 + E_3 - E_1}{4}$$

Thay V_A vào các phương trình (1) ta được:

$$q_1 = C\left(\frac{2E_2 + E_3 - E_1}{4} + E_1\right) = C\,\frac{3E_1 + 2E_2 + E_3}{4}$$

$$q_2 = -C\,\frac{2E_2 + E_3 - E_1}{4}$$

$$q_3 = C\left(E_2 - \frac{2E_2 + E_3 - E_1}{4}\right) = C\,\frac{2E_2 - E_3 + E_1}{4}$$

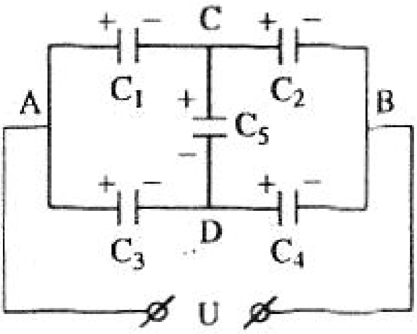
$$q_4 = C\left(E_2 + E_3 - \frac{2E_2 + E_3 - E_1}{4}\right) = C\,\frac{2E_2 - 3E_3 + E_1}{4}$$

Ví dụ III.22

Tìm điện dung của mạch tụ điện hình 3.30: $C_1 = 6\mu F$, $C_2 = 4\mu F$, $C_3 = 8\mu F$, $C_4 = 5\mu F$, $C_5 = 2\mu F$.

Bài giải:

Dấu điện tích trên các tấm tụ điện được quy ước như trên hình vẽ:



Hình 3.30

Điện tích của toàn mạch tụ điện bằng tổng điện tích của hai tụ điện C_1 và C_3 hay C_2 và C_4

$$q = q_1 + q_3 = q_2 + q_4$$

Giả sử hiệu điện thế toàn mạch là U thì điện dung toàn mạch là:

$$C = \frac{q}{U}$$

Nếu chọn điện thế tại nút B bằng không:

$V_B = 0$ thì $V_A = U$

Phương trình điện tích tại các nút:

nút C: $q_1 = q_2 + q_5$

nút D: $q_3 + q_5 = q_4$ (1)

Phương trình điện tích của từng tụ điện:

$$q_1 = C_1 (V_A - V_C) = 6U - 6 V_C$$

$$q_2 = C_2 (V_C - V_B) = 4 V_C$$

$$q_3 = C_3 (V_A - V_D) = 8U - 8V_D$$

$$q_4 = C_4 (V_D - V_B) = 5 V_D$$

$$q_5 = C_5 (V_C - V_D) = 2 V_C - 2 V_D \qquad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta được một hệ hai phương trình bậc nhất:

$$6U - 6V_C = 4V_C + 2V_C - 2V_D \Rightarrow 12V_C - 2V_D = 6U \qquad (3)$$

$$8U - 8V_D + 2V_C - 2V_D = 5V_D \Rightarrow 2V_C - 15 V_D = - 8U \qquad (4)$$

Giải hệ phương trình ta được:

$$V_D = \frac{27U}{44} \qquad V_C = \frac{53U}{44}$$

$$q_1 = \frac{105U}{44} \qquad q_3 = \frac{106U}{88}$$

$$\Rightarrow \qquad q = \frac{105U}{44} + \frac{106U}{44} = \frac{241U}{44}$$

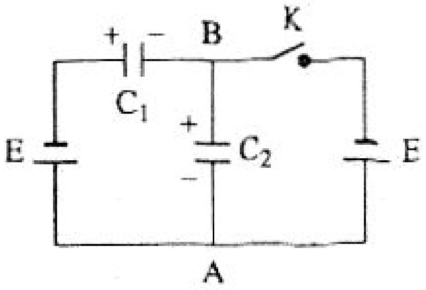
$$\Rightarrow \qquad C = \frac{q}{U} = \frac{241}{44} \approx 4.8\,\mu F$$

Ví dụ III.23

Có mạch điện như hình 3.31. Tìm lượng điện tích qua ngắt K khi đóng nó

Bài giải:

Khi ngắt K mở, hai tụ điện C_1 và C_2 mắc nối tiếp vào hai cực nguồn điện bên trái và dấu điện tích trên các tấm tụ điện như hình vẽ 3.31



Hình 3.31

$$q_1 = q_2 = q_{12} = \frac{C_1C_2E}{C_1 + C_2}$$

Khi K đóng:

Tụ C_2 mắc vào hai cực nguồn điện bên phải:

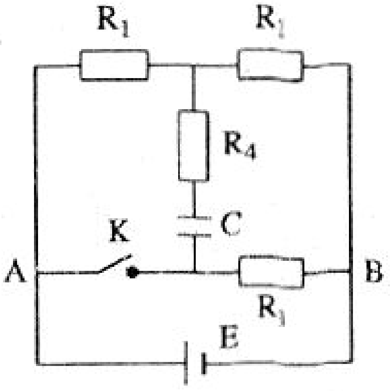
$$q_2' = C_2E$$

và khi đó $U_{AB} = E$

$$q_1' = C_1\,(U_{AB} - E) = 0$$

Khi K mở tổng điện tích dương và âm nối với nút B bằng 0. Khi K đóng tổng này lại bằng C_2E. Suy ra lượng điện tích qua ngắt K khi đóng nó bằng C_2E.

Ví dụ III:24



Hình 3.32

Có mạch điện như hình 3.32

$E = 6V$, $r = 1\Omega$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $R_3 = R_4 = 6\Omega$, $C = 0{,}5\mu F$. Tìm lượng điện tích qua R_4 khi chuyển K từ đóng

sang mở.

Bài giải:

Khi K đóng ,không có dòng điện qua mạch R_4 và tụ điện nên dòng điện qua mạch ngoài nguồn điện gồm:

$$(R_1 \text{ nt } R_2) \, // \, R_3$$

và có điện trở:

$$R = \frac{(R_1 + R_2)R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = 2\Omega$$

Cường độ dòng điện chạy qua mạch ngoài nguồn điện:

$$I_d = \frac{E}{R + r} = 2A$$

Cường độ qua các mạch rẽ :

$$I_{12} = 4/3 \text{ A} \qquad I_3 = 2/3 \text{ A}$$

Hiệu điện thế hai đầu R_1 (cũng là hiệu điện thế hai đầu mạch chứa tụ điện):

$$U_{AC} = I_{12}R_1 = \frac{4}{3} 2 = \frac{8}{3} \text{ V}$$

Điện tích của tụ điện khi K đóng:

$$q_d = C\,U_1 = 4/3\ \mu C$$

Khi K mở ,dòng điện chỉ chạy qua R_1 và R_2 và có cường độ:

$$I_m = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = 1{,}5\text{ A}$$

Hiệu điện thế hai đầu R_2 (cũng là hiệu điện thế hai đầu mạch tụ điện):

$$U_{CB} = I_d R_2 = 1,5V$$

Điện tích của tụ điện khi K mở: $q_m = C\,U_{CB} = 0,75\ \mu F$

Lượng điện tích chạy qua R_4:

$$\Delta q = q_d - q_m = -\frac{4}{3} - \frac{3}{4} = -\frac{25}{12}\ \mu C$$

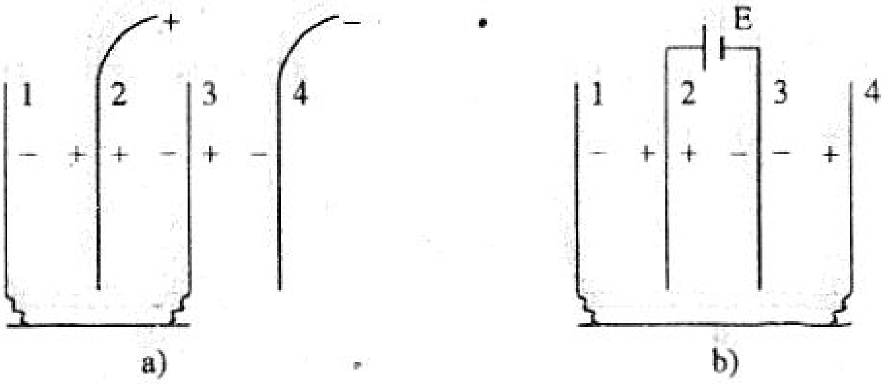
Ví dụ III.25

Có bốn tấm kim loại phẳng cùng diện tích S đặt cách đều nhau những khoảng d trong không khí. Các tấm được nối với hai cực nguồn điện như hình vẽ 3.33 a và b.

Tìm:

1. Điện dung của bộ tu điện ở hình 3.33a

2. Tìm điện tích các tấm nằm bên trong ở hình 3.33b.



Hình 3.33

Giải:

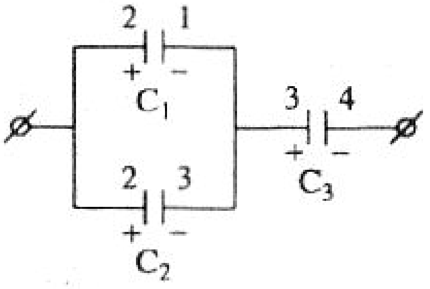
1. Các dấu điện tích được ghi trên hình vẽ 3.33a. Toàn bộ gồm 3 tụ điện phẳng, mỗi tụ điện gồm hai tấm đối diện:

Tụ điện C_1 gồm hai tấm 1và 2, tụ điện C_2 gồm hai tấm 2 và 3, tụ điện C_3 gồm hai tụ điện 3 và 4 được mắc như hình 3.34a.

$C_1 = C_2 = C_3 = C_0$

$C_{12} = 2\,C_0$

$$C = \frac{2C_oC_o}{2C_o + C_o} = \frac{2C_o}{3} = \frac{S}{6k\pi d}$$



Hình 3.34a

2. Các dấu điện tích được ghi trên hình vẽ 3.34b. Toàn bộ gồm ba tụ điện mắc như hình 3.34b, .

Tụ điện C_1 gồm hai tấm 2 và 1,tụ điện C_2 gồm hai tấm 3 và 4 , tụ điện C_3 gồm hai tấm 2 và 3 được mắc như hình 3.34b.

Điện tích của tụ điện C_3 :

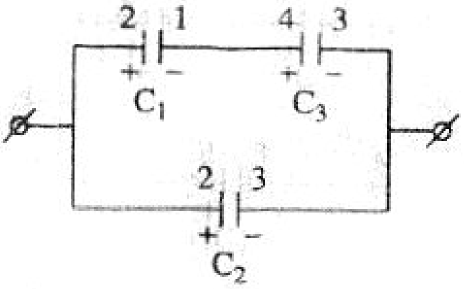
$$q_3 = C_oE = \frac{SE}{k\,4\pi d}$$

Điện tích của tụ điện C_1 và C_2:

$$q_1 = q_2 = \frac{C_oE}{2} = \frac{SE}{k\,8\pi d}$$

Tổng điện tích của hai tấm bên trong:

$$q = 2q_2 + 2q_3 = \frac{3SE}{k\,4\pi d}$$



Hình 3.34b

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán III.1

Một tụ điện phẳng không khí có diện tích S, khoảng cách hai tấm là d và được tích điện q. Nếu tụ điện có 2/3 thể tích ngâm trong trong dầu hỏa có hằng số điện môi $\varepsilon = 2$ *thì hiệu điện thế của tụ điện sẽ là bao nhiêu?*

Đáp số: $U = \dfrac{8k\pi dq}{3S}$ và $\dfrac{12k\pi dq}{5S}$

Bài toán III.2

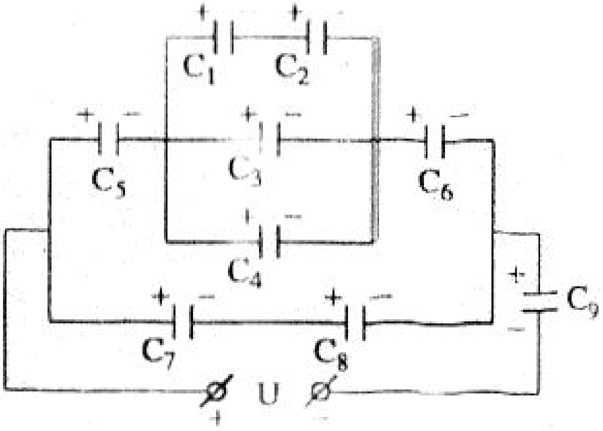
Một tụ phẳng không khí có diện tích S, khoảng cách giữa hai tấm là d mắc vào một hiệu điện thế không đổi. Hỏi điện tích của tụ điện biến đổi như thế nào khi đưa vào bên trong tụ điện một tấm điện môi rộng có chiều dày bằng 2/3 khoảng cách hai tấm tụ điện và có hằng số điện môi ε *?*

Đáp số: $\Delta q = \dfrac{SU(\varepsilon - 1)}{2k\pi d(\varepsilon + 2)}$ và $\dfrac{\Delta q}{q} = \dfrac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon + 2}$

Bài toán III.3

Có mạch điện như ở hình 3.35:

$C_1 = 3\mu F$; $C_2 = C_3 = C_5 = 6\mu F$; $C_4 = C_6 = 4\mu F$; $C_7 = C_8 = 12\mu F$; $C_9 = 2\mu F$; $U = 100V$.



Hình 3.35

1. Tìm điện dung của mạch.

2. Tìm điện tích và hiệu điện thế từng tụ điện.

Bài giải:

1. Sơ đồ mạch điện:

$\langle\{[(C_1 \text{ nt } C_2) // C_3 // C_4] \text{ nt } C_5 \text{ nt } C_6\} // (C_7 \text{ nt } C_8)\rangle \text{ nt } C_9$

$$C_{12} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3.6}{3+6} = 2\mu F$$

$$C_{1\text{-}4} = C_{12} + C_3 + C_4 = 2 + 6 + 4 = 12\mu F$$

$$\frac{1}{C_{1-6}} = \frac{1}{C_{1-4}} + \frac{1}{C_5} + \frac{1}{C_6} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \qquad C_{1\text{-}6} = 2\ \mu F$$

$$C_{78} = \frac{C_7C_8}{C_7 + C_8} = \frac{12}{2} = 6\mu F$$

$$C_{1\text{-}8} = C_{1\text{-}6} + C_{78} = 2 + 6 = 8\ \mu F$$

$$C_{78} = \frac{C_{1-8}C_9}{C_{1-8} + C_9} = \frac{8.2}{8+2} = 1{,}6\mu F$$

2. $\cdot\ q_{1\text{-}8} = q_9 = CU = 160\mu C$

$$U_{AB} = \frac{q_{1-8}}{C_{1-8}} = \frac{160}{8} = 20V$$

$$q_7 = q_8 = q_{78} = C_{78}U_{AB} = 6.20 = 120\mu C$$

$$q_5 = q_6 = q_{1\text{-}4} = q_{1\text{-}6} = C_{1\text{-}6}U_{AB} = 2.\ 20 = 40\mu C$$

$$U_{CD} = \frac{q_{1-4}}{C_{1-4}} = \frac{40}{12} = \frac{10}{3}\text{ V}$$

$$q_1 = q_2 = C_{12}U_{CD} = 2.\frac{10}{3} = \frac{20}{3}\ \mu\text{C}$$

$$q_3 = C_3U_{CD} = 6.\frac{10}{3} = 20\mu\text{C}$$

$$q_4 = C_4U_{CD} = 4\frac{10}{3} = \frac{40}{3}\ \mu\text{C}$$

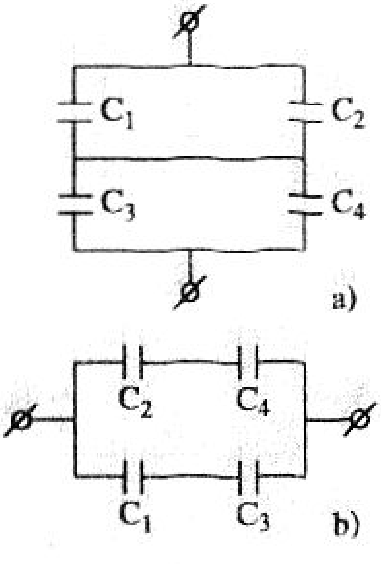
$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{20}{3.3} = \frac{20}{9}\text{ V} \quad ;\ U_2 = \frac{20}{3.6} = \frac{10}{9}\text{ V}$$

$$U_3 = U_4 = U_{CD} = 20\text{V} \quad ;\ U_5 = \frac{q_5}{C_5} = \frac{40}{6} = \frac{20}{3}\text{ V}$$

$$U_6 = \frac{q_6}{C_6} = \frac{40}{4} = 10\text{V} \quad ;\ U_7 = U_8 = \frac{q_7}{C_7} = \frac{120}{12} = 10\text{V}$$

Bài toán III.4

Tìm điện dung của hai mạch hình 3.36:



Hình 3.36

Đáp số: a. $C = \frac{(C_1+C_2)(C_3+C_4)}{C_1+C_2+C_3+C_4}$

b. $C = \frac{C_1C_3}{C_1+C_3} + \frac{C_2C_4}{C_2+C_4}$

Bài toán III.5

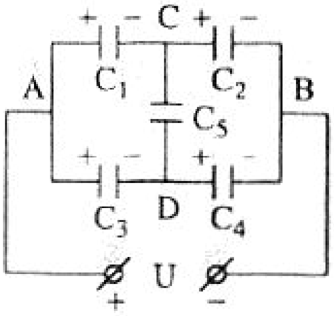
Ở mạch điện hình 3.37:

Chứng minh rằng nếu tụ điện C_5 không tích điện thì ta c hệ thức:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_3}{C_4}$$

Hướng dẫn:

Xuất phát từ điều kiện $q_5 = 0$ suy ra:



Hình 3.37

$$V_C - V_D = \frac{q_5}{C_5} = 0 \Rightarrow V_C = V_D$$

$$\Rightarrow \quad V_A - V_C = V_A - V_D$$

$$V_C - V_B = V_D - V_B$$

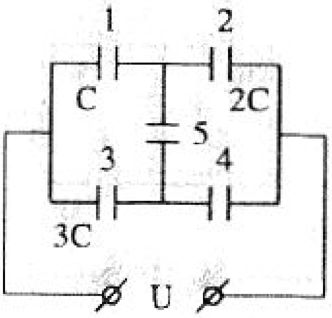
- Bỏ tụ điện C_5 và mạch điện có sơ đồ:

(C_1 nối tiếp C_2) // (C_3 nối tiếp C_4)

$q_1 = q_2$ và $q_3 = q_4$

Bài toán III.6

Tìm điện dung của mạch điện hình 3.38: khi tụ điện 5 không tích điện.



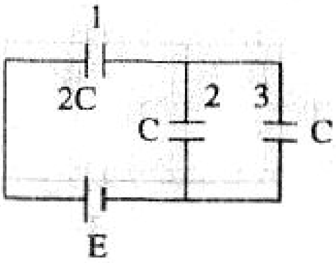
Hình 3.38

Hướng dẫn:

Trước hết dùng công thức cầu cân bằng của mạch tụ điện tính C_4:

$$C_4 = 6C$$

Vì tụ điện 5 không tích điện nên bỏ tụ điện này đi ta được mạch điện có sơ đồ sau:



Hình 3.39

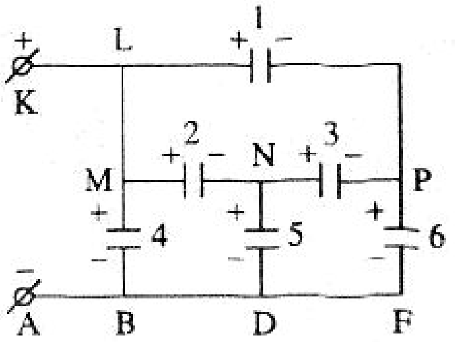
(C nt 2C) // (3C nt 6C)

Bài toán III.7

Có mạch điện như hình 3.39. Tìm điện tích các tụ điện

Đáp số: $q_1 = CE$, $q_2 = q_3 = CE/2$

Bài toán III.8



Hình 3.40

Có mạch điện như hình 3.40:

Tìm điện dung của mạch biết điện dung của mỗi tụ điện là C.

Hướng dẫn:

Quy ước dấu điện tích trên các tấm tụ điện như hình vẽ.

Cho $V_B = V_D = V_F = 0$

Nếu đặt $U_{kA} = U$ thì $V_L = V_M = U$, chỉ cần tính V_N và V_P

Viết phương trình điện tích cho các tụ điện trong từng đoạn mạch:

$$Q_1 = C (U - V_P)$$

$$Q_2 = C (U - V_N)$$

$$Q_3 = C(V_N - V_P)$$

$$Q_4 = C U$$

$$Q_5 = C V_N$$

$$Q_6 = CV_P$$

và phương trình điện tích cho các tấm tụ điện nối với hai nút N và P:

$$Q_3 + Q_5 = Q_2$$

$$Q_6 = Q_1 + Q_3$$

Phối hợp hai phương trình rút ra :

$$V_N = V_P = \frac{U}{2}$$

Và điện tích toàn mạch

$$Q = Q_4 + Q_5 + Q_6 = CU + C\frac{U}{2} + C\frac{U}{2} = 2CU$$

Điện dung toàn mạch:

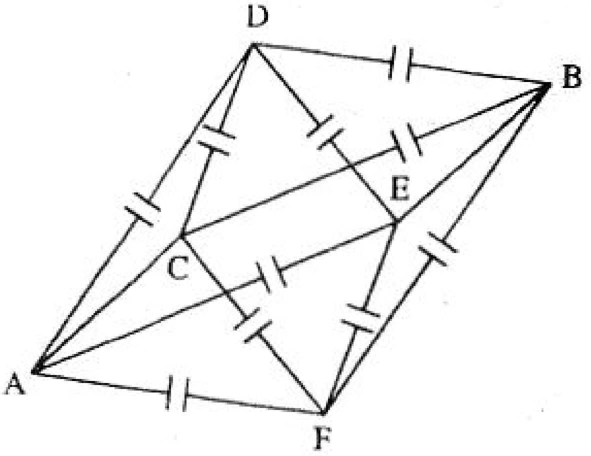
$$C_m = \frac{Q}{U} = 2C$$

Bài toán III.9

Có 12 tụ điện cùng điện dung C nằm trên 12 cạnh của một bát diện ACDEFB như hình 3.41.

Tìm điện dung toàn mạch.

Hướng dẫn:



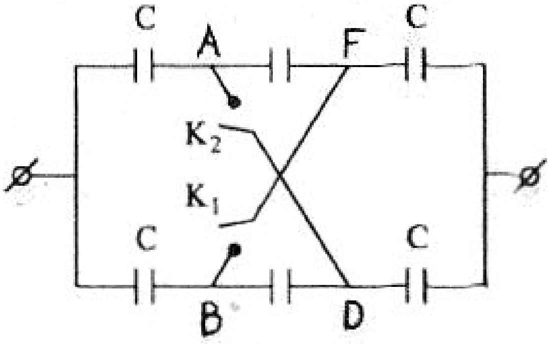
Hình 3.41

Các tụ điện bố trí đối xứng nên điện thế của các nút C,D,E và F bằng nhau khiến cho các tụ điện nằm trên các đoạn mạch nối với các nút này không tích điện và có thể bỏ chúng đi. Khi đó mạch điện chỉ còn 4 mạch song song, mỗi mạch gồm hai tụ điện mắc nối tiếp. Điện dung mỗi mạch là C/2 và điện dung toàn mạch bằng 2C.

Bài toán III.10

Có mạch điện như hình 3.42 : các tụ điện đều có điện dung C.

Hỏi điện dung toàn mach biến đổi đi bao nhiêu lần nếu đồng thời đóng cả hai ngắt K_1 và K_2?



Hình 3.42

Hướng dẫn:

Khi chưa đóng hai ngắt K_1 và K_2 mạch có điện dưng bằng 2C/3.

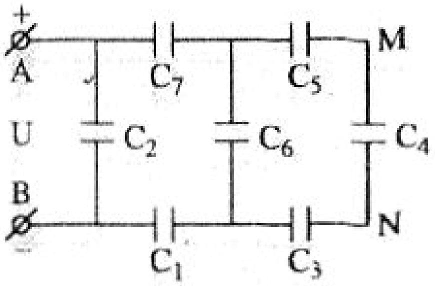
Sau khi đóng cả hai ngắt do đối xứng điện thế các nút A và B ,F và D bằng nhau. Mặt khác điện thế các nút A và D, B và F cũng bằng nhau. Do đó hai tụ điện ở giữa không tích điện và có thể bỏ đi và điện dung toàn mạch là C.

Bài toán III.11

Có mạch điện như hình 3.43:

Tụ điện có điện dung như nhau.

Biết U_{AB} = 66V. Tính U_{MN}.



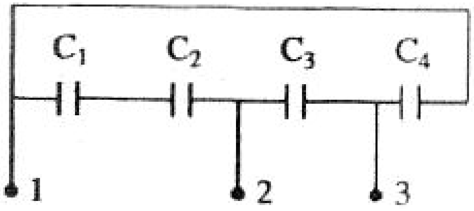
Hình 3.43

Đáp số: U_{MN} = 13,2V

Bài toán III.12

Có mạch điện như ở hình 3.44 :

Tìm mối quan hệ giữa C_1, C_2, C_3 và C_4 để khi sử dụng hai chốt 1 và 2 điện dung của mạch được giữ nguyên như khi sử dụng hai chốt 1 và 3



Hình 3.44

Hướng dẫn:

Từ phương trình :

$$C_{12} + \frac{C_3C_4}{C_3 + C_4} = \frac{C_{12}C_3}{C_{12} + C_3} + C_4$$

rút ra : $C_3 = \dfrac{C_{12}C_4}{C_{12} + C_4}$

rồi lại thay vào phương trình trên để có:

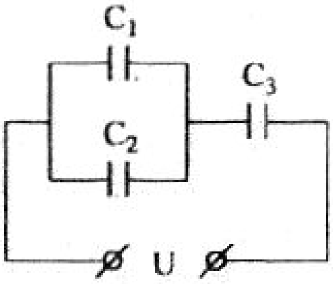
Đáp số: $C_4 = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$

Bài toán III.13

Có mạch điện như hình vẽ 3.45:

Hỏi hiệu điện thế ,điện tích và cường độ điện trường của từng tụ điện biến đổi như thế nào khi:

1. Giữ nguyên nguồn và



Hình 3.45

tăng điện dung C_2

2. Tháo nguồn ra khỏi mạch rồi mới tăng C_2

Hướng dẫn:

Từ phương trình :

$$C = \frac{(C_2 + C_3)C_1}{C_1 + C_2 + C_3} = \frac{1}{1 + \frac{C_3}{C_2 + C_3}}$$

Lập luận : khi C_2 tăng làm cho C tăng.

1. Giữ nguyên nguồn

$q_1 = q_{23} = CE$ tăng $\Rightarrow U_1 = \frac{q_1}{C_1}$ tăng $\Rightarrow E_1 = \frac{U_1}{d_1}$ tăng

$U_{23} = (E - U_1)$ giảm

$q_3 = C_3U_{23}$ giảm , $U_2 = U_3 = U_{23}$ giảm , E_2 giảm ,E_3 giảm

$q_2 = (q_{23} - q_3)$ tăng

2. Khi tháo nguồn ra rồi thay đổi C_2 thì điện tích toàn mạch không thay đổi và bằng CE với C là điện dung của mạch khi chưa tăng C_2.

$$q_1 = q_{23} = CE$$

Vì thế khi tăng C_2 kéo theo C_{23} tăng thì:

$$U_2 = U_3 = U_{23} = \frac{q_{23}}{C_{23}} \text{ giảm}$$

và $q_3 = C_3U_{23}$ giảm ; $q_2 = (q_{23} - q_3)$ tăng.

Bài toán III.14

Đem tích điện cho tụ điện $C = 20\mu F$ đến hiệu điện thế $U_0 = 400V$ rồi dùng nó lần lượt tích điện cho các tụ điện giống nhau $C' = 1\mu F$. Sau đó đem mắc tất cả các tụ điện C' đã được tích điện thành một mạch nối tiếp. Tìm hiệu điện thế cực đại của mạch này.

Hướng dẫn:

Lúc đầu tụ điện C được tích điện $q = CU_0$.

Khi mắc tụ điện C' vào tụ điện C thì tụ điện C chỉ còn tích điện q_1 và tụ điện C' được tích điện q' ở cùng hiệu điện thế U_1:

$$q_1 + q' = q = CU_0$$

$$CU_1 + C'U_1 = CU_0$$

Suy ra : $$U_1 = \frac{CU_o}{C + C'}$$

và $$q_1 = \frac{C^2U_o}{C + C'}$$

Khi mắc tụ điện C' vào, tụ điện C chỉ còn tích điện q_1 thì hiệu điện thế các tụ điện sẽ là :

$$U_2 = \frac{C^2U_o}{(C + C')^2}$$

Và điện tích q_2 còn lại của tụ điện C:

$$q_2 = \frac{C^3U_o}{(C + C')^3}$$

Bằng suy diễn, ta thấy ngay, khi mắc tụ điện C' thứ n vào tụ điện C thì hiệu điện thế của tụ điện C'_n sẽ là:

$$U_n = U_o \left(\frac{C}{C + C'} \right)^n$$

Hiệu điện thế toàn mạch khi mắc nối tiếp các tụ điện C' đã tích điện:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \frac{CU_o}{C + C'} \left(1 + \frac{C}{C + C'} + \frac{C^2}{(C + C')^2} + \dots \right)$$

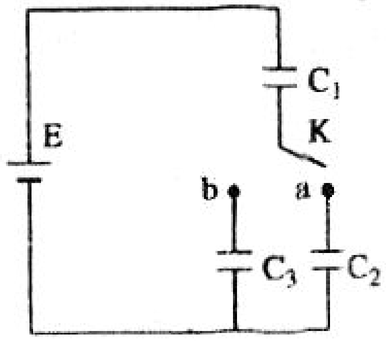
Áp dụng công thức của cấp số nhân ta được:

$$U = \frac{CU_o}{C'} = 8000\,\text{V}$$

Bài toán III.15

Có mạch điện như hình 3.46: các tụ điện C_1, C_2 và C_3 đều có điện dung bằng C.

Tìm điện tích các tụ điện khi chuyển khóa K từ a sang b rồi trở về a.



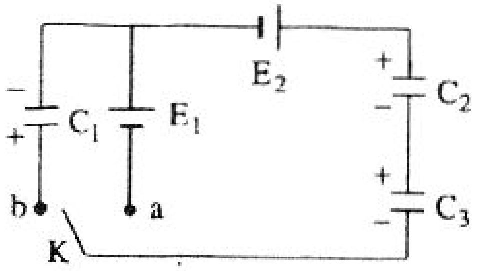
Hình 3.46

Đáp số : $q''_1 = \dfrac{5CE}{8}$; $q''_2 = \dfrac{3CE}{8}$; $q''_3 = \dfrac{CE}{4}$

Bài toán III.16

Có mạch điện như hình 3.47:

$C_1 = 4\mu F$; $C_2 = 4\mu F$ $C_3 = 6\mu F$; $E_1 = 4V$; E_2 = 8V. Trước khi mắc ào mạch các tụ điện hưa tích điện. Tìm iện tích các tụ điện hi chuyển khóa K từ a ang b.

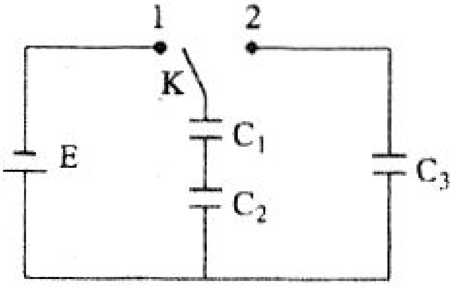


Hình 3.47

Đáp số : $q_1' = 6\ \mu C$; $q_2' = q_3' = 22{,}8\ \mu C$

Bài toán III.17

Có mạch điện như hình .48:



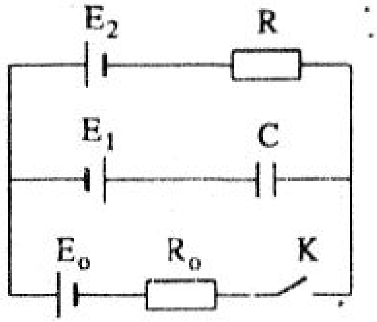
Hình 3.48

Tìm điện tích tụ điện C_3 hi chuyển ngắt K từ chốt 1 ang chốt 2

Đáp số: $$q_3 = \frac{EC_1C_2C_3}{C_1C_2 + C_2C_3 + C_3C_1}$$

Bài toán III.18

Có mạch điện như hình 3.49



Hình 3.49

$E_0 = 3V$, $E_1 = 4V$, $E_2 = 6V$, $_0 = 1\Omega$; $R = 3\Omega$, $C = 5\mu F$. Điện rở trong của các nguồn điện nhỏ hông đáng kể.

Tìm lượng điện tích qua

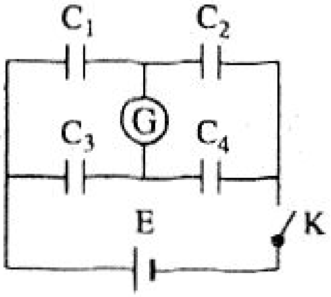
nguồn E_1 khi đóng K

Đáp số : 11, 25μ(

Bài toán III.CAPut!'

Có mạch tụ điện như hình 3.50. Cho điện dung các tụ điện là C_1, C_2, C_3, C_4 và suất điện động E của nguồn điện.

Tìm lượng điện tích qua điện kế G khi chuyển K từ trạng thái mở sang đóng. Trước khi đóng K các tụ điện chưa tích điện.



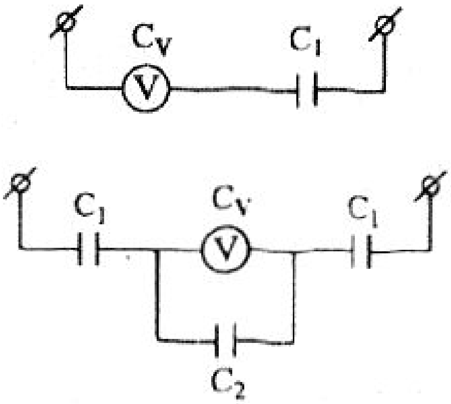
Hình 3.50

Đáp số: $\Delta q = \dfrac{E\,(C_1C_4 - C_2C_3)}{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}$

Bài toán III.20

Muốn mở rộng thang đo của một tĩnh điện kế người ta có thể mắc nó vào một trong hai mạch như hình vẽ 3.51.

Ở mỗi mạch tìm sự phụ thuộc của hiệu điện thế đo được U và hiệu điện thế ở tĩnh điện kế U_V.



Hình 3.51

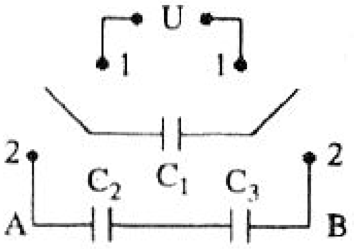
Đáp số:

$$a.\ U = \frac{C_V + C_1}{C_1} U_V \qquad b.\ U = U_V\left(1 + 2\,\frac{C_2 + C_V}{C_1}\right)$$

Bài toán III.21

Ở mạch điện hình 3.52 tìm iện thế ở các điểm A và B khi huyển các ngắt từ vị trí 1 - 1 sang ị trí 2- 2.

$U = 33kV$, $C_1 = 4\mu F$, $C_2 = 3\mu F$ $C_3 = 6\mu F$.



Hình 3.52

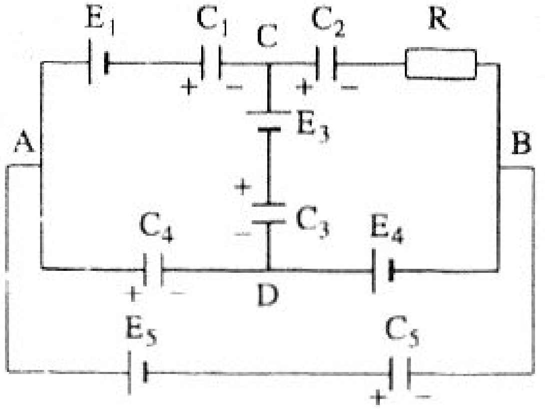
Đáp số: $V_A = 18$ kV ,$V_B = -6$ kV

Bài toán III.22

Ở mạch điện hình 3.53:

$E_1 = 6$ V , $E_2 = 4V$, $E_3 =$ 3V , $E_4 = 10V$, $C_1 = C_5 = 2\mu F$, $_2 = C_3 = 4\,\mu F$, $C_4 = 8\,\mu F$,

Tìm điện tích của các tụ iện.



Hình 3.53

Hướng dẫn:

Chọn điện thế ở điểm B ằng không $V_B = 0$, suy ra điện thế điểm D : $V_D = E_4 = 10V$

Viết phương trình điện tích cho các tấm tụ điện nối với nút và nút C.

Viết phương trình điện tích các tụ điện cho các đoạn mạch AC,AD ,CD và CB.

Giải hệ phương trình ta được:

$$V_A = 8,45V\ ,\ V_c = 5,89V$$

Chương IV

MỘT SỐ BÀI TOÁN ĐỊNH LƯỢNG VỀ DÒNG ĐIỆN MỘT CHIỀU

1. Điều kiện để có dòng điện trong một môi trường là: trong môi trường phải có các điểm tích tự do và điện trường

Trong điện trường các điểm tích tự do chuyển động có hướng tạo thành dòng điện. Chiều dòng điện được quy ước là chiều chuyển động của điểm tích dương. Đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của dòng điện là cường độ dòng điện, được đo bằng tỷ số:

$$I = \frac{q}{t}$$

2. Trong điện trường các điểm tích không chỉ chuyển động có hướng mà còn chuyển động nhiệt và va chạm vào các phần tử khác. Đó là nguyên nhân làm cho vật dẫn có điện trở.

Điện trở của một dây dẫn đồng chất tiết diện đều phụ thuộc kích thước và chất làm dây theo công thức:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ là điện trở suất của chất làm dây có đơn vị là Ω.m

Điện trở của một dây dãn thay đổi theo nhiệt độ:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

α là hệ số nhiệt điện trở của chất làm dây có đơn vị là độ $^{-1}$ hay K $^{-1}$

3. Các điện trở có thể mắc thành các mạch đơn giản:

Nếu các điện trở mắc nối tiếp thì điện trở toàn mạch:

$$R = \Sigma R_i$$

Nếu các điện trở mác song song thì điện trở toàn mạch

$$\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$$

Trong các bài toán về dòng điện một chiều ta có thể gặp các mạch điện trở:

+ nhìn thấy ngay nó gồm các đoạn mạch điện trở mắc nối tiếp và song song.

+ nhìn không thấy ngay các điện trở mác song song hay nối tiếp mà phải vẽ lại mới nhận ra được.Nhưng có trường hợp vẽ lại cũng không thấy được.

+ mạch gồm các điện trở nằm đối xứng nhau về mặt hình học.

4. Khi các điểm tích chuyển động có hướng trong một đoạn mạch chỉ có điện trở thuần , điện trường đã thực hiện một công (cũng được gọi là công của dòng điện):

$$A = qU = UI^2t = \frac{U^2}{R}t\,.$$

Công suất tương ứng của dòng điện:

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}.$$

Nếu R là điện trở của các dụng cụ dùng điện thì P là công suất tiêu thụ của dụng cụ.

Điện trở của dụng cụ dùng điện được tính theo hiệu điện thế định mức và công suất định mức ghi trên dụng cụ.

$$R = \frac{U^2_{dm}}{P_{dm}}$$

5. Dòng điện chạy trong dây dẫn toả ra một nhiệt lượng được tính theo định luật Joule - Lentz

$$Q = kUIt = kRI^2t = k\frac{U^2}{R}t$$

k là hệ số tỷ lệ : k =1 nếu Q tính bằng Jun , k = 0,24 nếu Q tính bằng Calo

6. Dòng điện chạy qua bình điện phân làm thoát ra ở các điện cực các đơn chất có khối lượng được tính theo định luật Faraday

$$m = kIt = \frac{AIt}{96500n}$$

A tính bằng gam

Nếu là chất khí thì thể tích thu được:

$$V = \frac{11{,}2It}{96500n}$$

V tính bằng lít

n là hoá trị của nguyên tố trong hợp chất hoà tan trong dung dịch.

7. Khi dòng điện chạy qua một máy thu điện có suất phản điện e′ thì một phần điện năng UIt *biến thành nhiệt năng* rI^2t *còn một phần biến thành các dạng năng lượng khác* $e'It$.

$$UIt = e'It + r I^2 t$$

hay
$$UI = e'I + rI^2$$

Suy ra:
$$U = \acute{e} + r I$$

$e'I$ là công suất có ích của máy thu.

Hiệu suất của máy thu:

$$H_t = \frac{e'}{U} = \frac{U - rI}{U}$$

8. Khi nguồn điện hoạt động , điện năng của nguồn

$$A = EIt$$

một phần cung cấp ra mạch ngoài U_nIt (có ích) còn một phần tiêu thụ bên trong nguồn do toả nhiệt rI^2t (vô ích) :

$$EIt = U_nIt + r I^2t$$

Khi đó suất điện động của nguồn:

$$E = U_n + r I$$

và cường độ dòng điện trong mạch kín:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Nếu mạch ngoài chỉ gồm các điện trở thuần thì:

$$U_n = RI = \frac{RE}{R + r} = E - rI$$

và công suất tiêu thụ mạch ngoài:

$$P_n = RI^2 = \frac{RE^2}{(R+r)^2} = EI - rI^2$$

Nếu mạch ngoài còn có các phần tử khác thì:

$$U_n = E - rI$$

Hiệu suất của nguồn điện

$$H_{ng} = \frac{P_n}{P_{ng}} = \frac{U_n}{E} = \frac{R}{R+r}$$

Nếu mạch ngoài của nguồn còn các nguồn khác thì:

$$H_{ng} = \frac{E - rI}{E}$$

9. Trong trường hợp các nguồn giống nhau mắc thành bộ nguồn thì

$$I = \frac{E_b}{R + r_b}$$

vì suất điện động của bộ nguồn gồm n nguồn được tính như sau:

+ Bộ nguồn mắc nối tiếp:

$$E_b = ne \qquad r_b = nr$$

+ Bộ nguồn mắc song song :

$$E_b = e \qquad r_b = r/n$$

+ Bộ nguồn mắc hỗn tạp :

$$E_b = pe \qquad r_b = pr/q$$

với q là số hàng mắc song song, p là số nguồn mắc nối tiếp trong một hàng , n = p q

10. Trong trường hợp mạch điện có nhiều đoạn mạch , mỗi đoạn mạch lại gồm các nguồn điện, máy thu và điện trở mắc nối tiếp thì tốt hơn hết là cần sử dụng định luật Ohm tổng quát áp dụng cho đoạn mạch

$$I = \frac{V_{\text{đi}} - V_{\text{đến}} + \Sigma e_i}{\Sigma R_t + \Sigma r_t}$$

Dùng các ký hiệu $V_{\text{đi}}$ và $V_{\text{đến}}$ là căn cứ theo chiều dòng điện trong đoạn mạch, $\Sigma\ e_i$ là tổng đại số các suất điện động các nguồn phát và thu , với các quy ước về dấu như sau:

e > 0 khi dòng điện qua nó có chiều chạy từ cực âm sang cực dương

e < 0 khi dòng điện qua nó có chiều chạy từ cực dương sang cực âm.

Kết hợp với định luật về nút :

$$\Sigma\ I_{\text{đến}} = \Sigma\ I_{\text{đi}}$$

ta có thể giải bất cứ bài toán nào về tính cường độ dòng điện và hiệu điện thế.

11. Đối với bài toán về giá trị cực trị của một đại lượng Y theo một đại lượng X thì lập hàm số Y = f (X) rồi dùng một trong các công cụ toán học sau để giải:

+ Bất đẳng thức Cauchy

$$a + b \geq 2\sqrt{ab}$$

+ Điều kiện có nghiệm của phương trình bậc hai.

12. Trong bất kỳ dụng cụ đo điện nào cũng có một điện kế. Đó là một cơ chế mà khi có dòng điện qua thì kim của nó quay .Cũng có khi dùng nó để đo cường độ dòng điện nhỏ hay hiệu điện thế nhỏ tuỳ theo mặt chia độ đánh giá đại lượng nào.

Mắc thêm sơn (*) song song với điện kế ta được một ampe kế đo được một cường độ lớn hơn n lần:

$$n = \frac{I}{I_G} = 1 + \frac{R_G}{R_S}$$

suy ra:

$$I = I_G\left(1 + \frac{R_G}{R_S}\right)$$

Mắc thêm điện trở phụ nối tiếp với điện kế ta được một vôn kế đo được một hiệu điện thế lớn hơn n lần:

$$n = \frac{U}{U_V} = 1 + \frac{R_P}{R_V}$$

suy ra:

$$U = U_V\left(1 + \frac{R_P}{R_V}\right)$$

Khả năng đo tối đa của một dụng cụ được đánh giá ngay trên mặt chia độ

Giá trị tối đa = số độ chia × giá trị của một độ chia

(*) Phiên âm từ tiếng Anh: shunt; có nghĩa là đổi hướng (một phần của dòng điện) bằng cách ghép thêm một đoạn mạch song song với một đoạn khác.

13. Nói chung bài toán về dòng điện một chiều là bài toán tìm cường độ dòng điện và hiệu điện thế bởi vì từ các đại lượng này có thể tìm tiếp các đại lượng khác. Tuy nhiên có những trường hợp cần phải tính điện trở của mạch điện trước. Vì thế có thể kể ra đây một số loại bài toán

1. Bài toán tính điện trở của mạch chỉ gồm các điện trở thuần

2 . Bài toán về các dụng cụ đo điện

3. Bài toán tìm cường độ dòng điện trong các đoạn mạch và hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch

4. Bài toán về các đại lượng điện khác

IV.1. CÁC BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN TRỞ CỦA DÂY DẪN VÀ CỦA MẠCH ĐIỆN

Các bài toán nghiên cứu sự phụ thuộc của điện trở dây dẫn vào kích thước, chất làm dây và nhiệt độ không gây những khó khăn gì đáng kể.

Riêng về các bài toán tính điện trở của các mạch điện cần quan tâm đến phương pháp tính toán sau:

1. Nếu mạch điện nhận ra ngay chỉ gồm các điện trở mắc song song và nối tiếp thì chỉ cần viết sơ đồ mạch và tính điện trở dần từ mạch nhỏ đến mạch lớn.

2. Nếu mạch điện vẽ rắc rối không nhận được ra ngay các điện trở mắc song song và nối tiếp thi phải vẽ lại theo hai nguyên tắc sau:

+ Có thể chập những nút có điện thế bằng nhau vào làm nột. Thường đó là những nút nối với nhau bằng dây dẫn có iện trở nhỏ không đáng kể

+ Đoạn mạch nào không có dòng điện qua thì có thể bỏ đi. ở rường hợp này cũng có thể chập hai nút vào làm một.

Từ đó , các bước vẽ lại mạch điện có thể như sau:

+ Điền chữ hay đánh số vào các nút nối từ ba đầu dây trở lên

+ Tìm các nút có điện thế bằng nhau để chập chúng làm một.

+ Vẽ lại mạch điện theo những nút đã chập

Chú ý. Hai nút nào nối với mạch khác thì để xa nhau nhất, òn các nút khác đê bên trong. Nếu chập lại mà còn bốn nút thì ó thể là mạch cầu .

3. Nếu các điện trở bố trí đối xứng về mặt hình học thì ần xác định các trục đối xứng hay các mặt đối xứng và tuỳ heo cấu trúc mạch điện mà tách mạch (thường là mạch có sự ối xứng giữa nửa vào và nửa ra) hay chập các nút có điện hế bằng nhau.

Ví dụ IV.1.1

Hai dây dẫn cùng chất, cùng khối lượng nhưng dây nọ dài ấp 5 lần dây kia. Hỏi dây nào có điện trở lớn và lớn hơn bao hiêu lần?

Bài giải:

Dây 1 có điện trở R_1, chiều dài l_1, tiết diện S_1,thể tích V_1

Dây 2 có điện trở R_2, chiều dài l_2 , tiết diện S_2, thể tích V_2

với $l = 5\, l_2$

Cùng chất suy ra cùng điện trở suất ρ , cùng khối lượng riêng D

Cùng khối lượng suy ra cùng thể tích $V = \frac{m}{D} \Rightarrow V_1 = V_2$

Ta có: $l_1S_1 = l_2S_2$

$$\Rightarrow \quad \frac{l_1}{l_2} = \frac{S_2}{S_1} = 5$$

Mặt khác: $R_1 = \rho\frac{l_1}{S_1}$ $\qquad R_2 = \rho\frac{l_2}{S_2}$

$$\Rightarrow \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}\frac{S_2}{S_1} = 25$$

Ví dụ IV.1.2

Một dây dẫn có điện trở 5Ω ở 20° C. Tìm điện trở của dây đó ở 100° C biết hệ số nhiệt điện trở của chất làm dây là $\alpha = 0{,}004\ K^{-1}$.

Bài giải:

Từ phương trình tổng quát $R_t = R_o(1 + \alpha t)$ có hệ phương trình:

$$R_{100} = R_o(1 + \alpha.100)$$

$$R_{20} = R_o(1 + \alpha\ .\ 20)$$

Chia hai phương trình cho nhau và rút ra:

$$R_{100} = R_{20}\frac{1 + 100\alpha}{1 + 20\alpha} = \frac{5.1{,}4}{1{,}08} = 6{,}48\ \Omega$$

Ví dụ IV.1.3

Có một thanh sắt và một thanh than cùng tiết diện mắc nối tiếp. Tìm tỷ số chiều dài của hai thanh để điện trở của mạch nối tiếp không phụ thuộc nhiệt độ. Biết điện trở suất và hệ số nhiệt điện trở của sắt và than bằng ρ_1, α_1 *và* ρ_2 , α_2.

Bài giải:

Áp dụng công thức tổng quát: $R_t = R_o(1 + \alpha t)$

Đối với sắt: $$R_{t1} = R_{o1}\left(1 + \alpha_1 t\right) = \rho_1 \frac{l_1}{S}\left(1 + \alpha_1 t\right)$$

Đối với than: $$R_{t2} = R_{o2}\left(1 + \alpha_2 t\right) = \rho_2 \frac{l_2}{S}\left(1 + \alpha_2 t\right)$$

Điện trở R của mạch nối tiếp:

$$R_{t_1} + R_{t_2} = \rho_1 \frac{l_1}{S} + \rho_2 \frac{l_2}{S} + \left(\rho_1 \frac{l_1\alpha_1}{S} + \rho_2 \frac{l_2\alpha_2}{S}\right) t$$

Muốn R không phụ thuộc nhiệt độ thì vế phải của phương trình không chứa t tức là:

$$\rho_1 \frac{l_1\alpha_1}{S} + \rho_2 \frac{l_2\alpha_2}{S} = 0$$

Suy ra:

$$\frac{l_1}{l_2} = -\frac{\rho_2\alpha_2}{\rho_1\alpha_1}$$

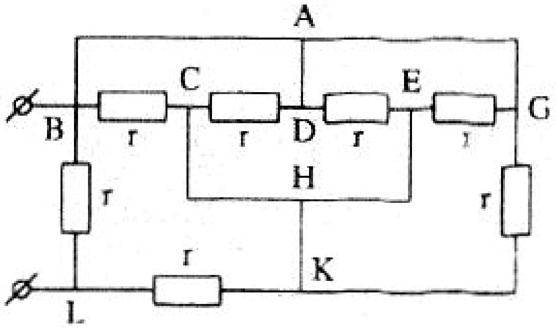
Dấu (-) chứng tỏ điện trở của thanh than giảm khi nhiệt độ tăng.

Ví dụ IV.1.4

Có mạch điện như hình 4.1.1: các điện trở đều có giá trị bằng nhau và bằng r.

Tính điện trở mạch điện

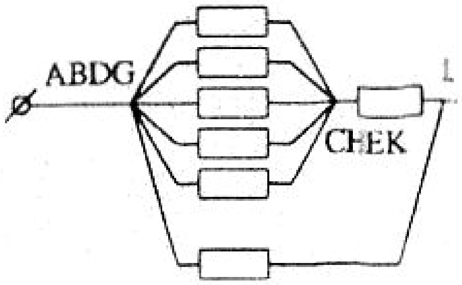
Bài giải:



Hình 4.1.1

Các nút nối từ 3 đầu dây trở lên được ký hiệu bằng các chữ như trên hình 4.1.1:

Các nút ABDG, CHEK được nối với nhau bằng dây dẫn có điện trở nhỏ không đáng kể nên điện thế của chúng bằng nhau và có thể chập chúng làm một.Như vậy chỉ còn ba nút và mạch điện được vẽ lại như ở hình 4.2:



Hình 4.1.2

Điện trở của mạch song song AC:

$$R_{AC} = \frac{r}{5}$$

Điện trở của mạch nối tiếp AK:

$$R_{AK} = R_{AC} + r = \frac{6r}{5}$$

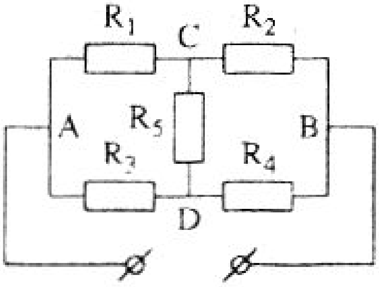
Điện trở toàn mạch:

$$R = \frac{6r}{11}$$

Ví dụ IV.1.5

Ở mạch điện hình 4.1.3. Chứng minh rằng nếu không có dòng điện qua điện trở R_5 ta có hệ thức:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$



Hình 4.1.3

Bài giải:

Từ cường độ $I_5 = 0$ suy ra:

1/ $V_C - V_D = I_5R_5 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_C = C_D$

2/ Bỏ $R_5 \quad \Rightarrow \quad R_1$ nối tiếp R_2 và R_3 nối tiếp R_4

$I_1 = I_2$ và $I_3 = I_4$

Rút ra: $V_A - V_C = V_A - V_D \quad \Rightarrow \quad I_1R_1 = I_3R_3$

$V_C - V_B = V_D - V_B \quad \Rightarrow \quad I_2R_2 = I_4R_4$

Chia hai phương trình:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_3}{I_4}$$

Hoặc chập C với D (do đoạn CD không có dòng điện chạy qua) mạch trở thành:

$(R_1 // R_3)$ nối tiếp $(R_2 // R_4)$

$$\frac{I_1}{I_3} = \frac{R_3}{R_1} \quad \text{và} \quad \frac{I_2}{I_4} = \frac{R_4}{R_2}$$

Vế bên trái của hai phương trình bằng nhau nên:

$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2}$$

Ví dụ IV.1.6

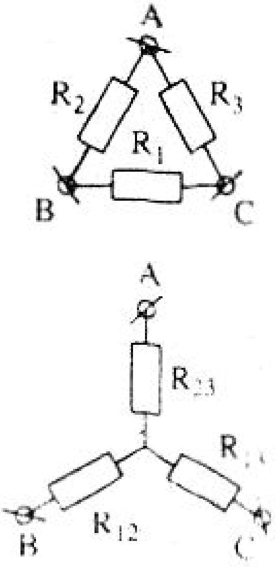
Có một mạch điện hình sao và một mạch điện hình tam giác như hình vẽ 4.14.

1. Chứng minh rằng nếu thay mạch tam giác bằng mạch sao thì các điện trở mạch sao được tính theo các điện trở mạch tam giác bằng các công thức sau:

$$R_{12} = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

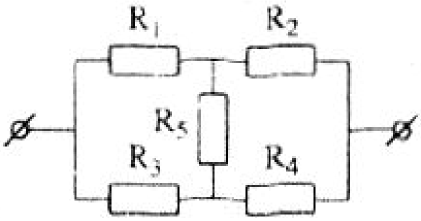
$$R_{12} = \frac{R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_{12} = \frac{R_1R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$



Hình 4.1.4

2. Vận dụng để tính điện trở mạch điện hình 4.5 $R_1 = R_5 = 1\Omega$, $R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega$.



Hình 4.1.5

Bài giải:

1. Nếu lần lượt mắc hai đầu A và B, rồi B và C, rồi C và D của từng mạch vào cùng một hiệu điện thế U thì sơ đồ từng mạch điện như sau:

	Mạch sao	Mạch tam giác
U_{AB} →	R_{23} nt R_{12}	(R_1 nt R_3) // R_2
U_{BC} →	R_{12} nt R_{13}	(R_2 nt R_3) // R_1
U_{CA} →	R_{23} nt R_{13}	(R_1 nt R_2) // R_3

Khi đó hai mạch ở cùng hiệu điện thế có điện trở tương đương với nhau:

$$R_{23} + R_{12} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_{23} + R_{12} = \frac{R_1R_2 + R_1R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_{23} + R_{12} = \frac{R_2R_3 + R_1R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Cộng cả ba phương trình lại rồi trừ đi từng phương trình một ta được kết quả cần chứng minh

2. Thay mạch tam giác gồm R_1,R_3 và R_5 thành mạch sao có các điện trở R_{13},R_{15} và R_{35} được tính như sau:

$$R_{13} = \frac{R_1R_3}{R_1 + R_3 + R_5} = 0,5\ \Omega$$

$$R_{15} = \frac{R_1R_5}{R_1 + R_3 + R_5} = 0,25\ \Omega$$

$$R_{35} = \frac{R_3R_5}{R_1 + R_3 + R_5} = 0,5\ \Omega$$

Mạch điện được vẽ lại như hình 4.1.6

Sơ đồ mạch điện:

$$[(R_{15} \text{ nt } R_2) // (R_{35} \text{ nt } R_4)] \text{ nt } R_{13}$$

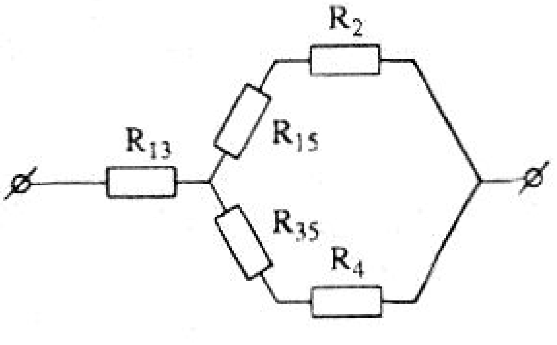
$R_{152} = R_{15} + R_2 = 2{,}25\Omega$

$R_{354} = R_{35} + R_4 = 2{,}5$

$$R_{//} = \frac{R_{152} . R_{354}}{R_{152} + R_{354}} = 1{,}184$$

Điện trở toàn mạch:

$R = R_{//} + R_{13} = 1{,}684\ \Omega$



Hình 4.1.6

Ví dụ IV.1.7

Có mạch điện hình lục giác đều : mỗi cạnh lục giác có điện trở r (hình 4.1.7).

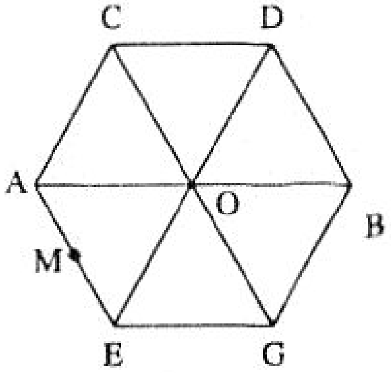
Tìm điện trở của mạch điện trong các trường hợp sau:

1. Dòng điện vào A ra B.

2. Dòng điện vào M ra N.

3. Dòng điện vào A ra D.

4. Dòng điện vào A ra C.



Hình 4.1.7

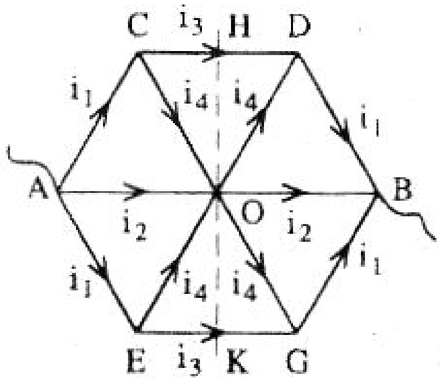
Bài giải:

Trong cả 4 trường hợp các điện trở trong mạch đều nằm đối xứng nhau.

1. Dòng điện vào A ra B:

Mạch gồm hai nửa đối xứng nhau qua đường thẳng đi qua AB và hai nửa đối xứng nhau qua đường trung trực HK của đoạn thẳng AB:

Các đoạn AC và AE, CD và EG, DB và GB,CO và EO,OD và OG đối xứng nhau qua đường thẳng AB, các đoạn AC và DB, AE và GB, AO và OB, CO và OD, EO và GO đối xứng nhau qua qua đường HK. Dòng điện qua các đoạn mạch đối xứng cùng chiều và có cường độ bằng nhau và được biểu diễn như ở hình 4.1.8.


C
i_3
H
D
i_1
i_4
i_4
i_1
A
B
O
i_2
i_2
i_1
i_1
i_4
i_4
E
i_3
K
G

Hình 4.1.8

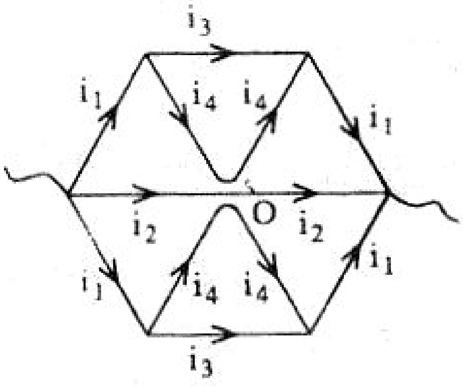
Những đoạn mạch đối xứng qua HK có dòng điện cùng chiều và có cường độ như nhau được coi là mắc nối tiếp và tách riêng ra như hình 4.1.9:

Sơ đồ mạch điện như sau:

$\langle i_1 \text{ nt } [(i_4 \text{ nt } i_4) // i_3] \text{ nt } i_1\rangle // \langle i_1 \text{ nt } [(i_4 \text{ nt } i_4) // i_3] \text{ nt } i_1\rangle // \langle i_2 \text{ nt } i_2\rangle$

Từ đây, dựa vào các công thức tính điện trở đoạn mạch song song và nối tiếp. Ta có:

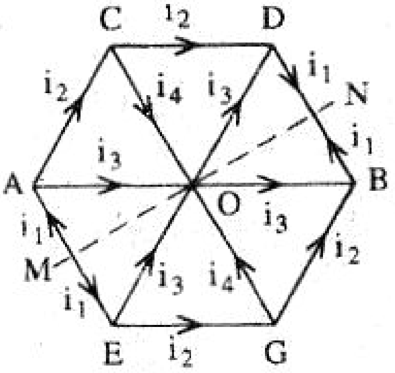
Điện trở toàn mạch là: $\frac{4r}{5}\ \Omega$


i_3
i_1
i_4
i_4
i_1
O
i_2
i_2
i_1
i_1
i_4
i_4
i_3

Hình 4.1.9

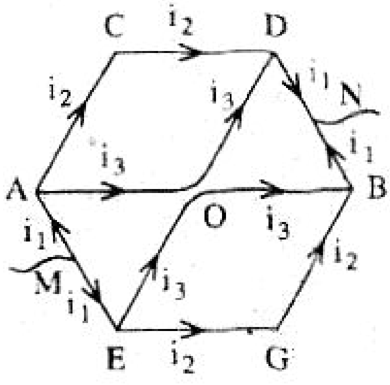
2. Dòng điện vào M ra N:

Mạch gồm hai nửa đối xứng nhau qua đường thẳng MN và hai nửa đối xứng nhau qua đường CG:


C
i_2
D
i_2
i_4
i_3
i_1
N
i_1
i_3
A
B
O
i_3
i_1
M
i_2
i_1
i_3
i_4
E
i_2
G

Hình 4.1.10

Các đoạn mạch MA và ME ,AC và EG, CD và GB, AO và EO,OD và OB,OC và OG đối xứng nhau qua đường MN. Các đoạn MA và ND, ME và NB, AC và CD, AO và OD,EO và OB, EG và GB đối xứng nhau qua đường CG. Dòng điện qua từng cặp đoạn mạch đối xứng cùng chiều và cùng cường độ và được biểu diễn như ở hình 4.1.10



Hình 4.1.11

Những đoạn mạch đối xứng qua đường thẳng CG có dòng điện cùng chiều và có cường độ như nhau được coi là mắc nối tiếp và tách riêng ra như hình 4.1.11:

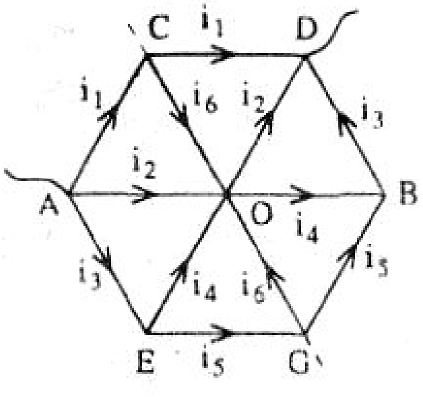
Sơ đồ mạch điện như sau:

$\{i_1 \text{ nt } [(i_2 \text{ nt } i_2)//(i_3 \text{ nt } i_3)] \text{ nt } i_1\} // \{i_1 \text{ nt } [(i_2 \text{ nt } i_2)//(i_3 \text{ nt } i_3)] \text{ nt } i_1\}$

Dựa vào các công thức tính điện trở đoạn mạch song song và nối tiếp. Ta có:

Điện trở toàn mạch là: $1{,}5r\,\Omega$

3. Dòng điện vào A ra D:

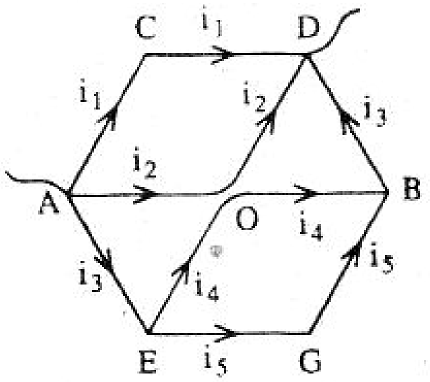


Hình 4.1.12

Các đoạn mạch AC và CD, AO và OD, AE và DB, EO và OB, EG và GB đối xứng nhau qua đường CG (hình 4.12). Dòng điện qua từng cặp đoạn mạch đối xứng cùng chiều và có cường độ bằng nhau nên coi là mắc nối tiếp và tách riêng ra. Mạch điện có sơ đồ như sau (hình 4.13):

$\{i_3\ \text{n t}[(i_5\ \text{n t}\ i_5) // (i_4\ \text{n t}\ i_4)]\ \text{n t}\ i_3\} // (i_2\ \text{nt}\ i_2) // (i_1\text{nt}\ i_1)$

Áp dụng các công thức tính điện trở đoạn mạch song song và nối tiếp, ta suy ra điện trở toàn mạch là: $\frac{3r}{4}$


C
i_1
D
i_1
i_2
i_3
i_2
A
B
O
i_4
i_3
i_4
i_5
E
i_5
G

Hình 4.1.13

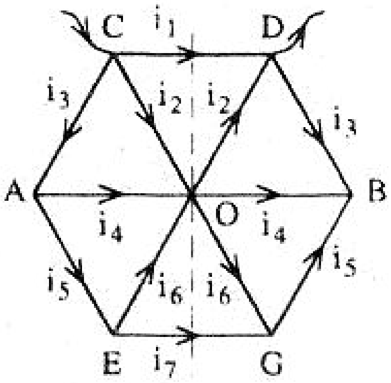
4. Dòng điện vào C ra D

Các đoạn CA và DB ,CO và DO ,AO và

BO , AE và BG , EO và GO đối xứng nhau qua đường trung trực của đọan AB (hình 4.1.14 và 4.1.15)

$(i_3\ \text{nt}\ \langle\{I_5\ \text{nt}\ [(I_6\,\text{nt}\ i_6) // i_7]\ \text{nt}\ i_5\} //(i_4\ \text{nt}\ i_4)\rangle\ \text{nt}\ i_5) // (i_2\ \text{n t}\ i_2) // i_1$

Áp dụng các công thức tính điện trở đoạn mạch song song và nối tiếp, ta suy ra điện trở toàn mạch là: $\frac{40r}{73}$


C
i_1
D
i_3
i_2
i_2
i_3
A
B
O
i_4
i_4
i_5
i_5
i_6
i_6
E
i_7
G

Hình 4.1.14

Ví dụ IV.1.8

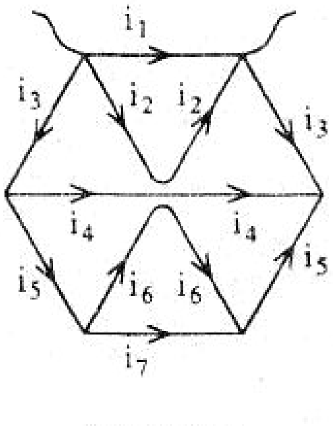
Có mạch điện ở hình 4.1.16: mỗi cạnh hình lập phương có điện trở r.

Tìm điện trở mạch điện trong các trường hợp sau:

1. Dòng điện vào A ra D.

2. Dòng điện vào A ra C.

3. Dòng điện vào A ra H

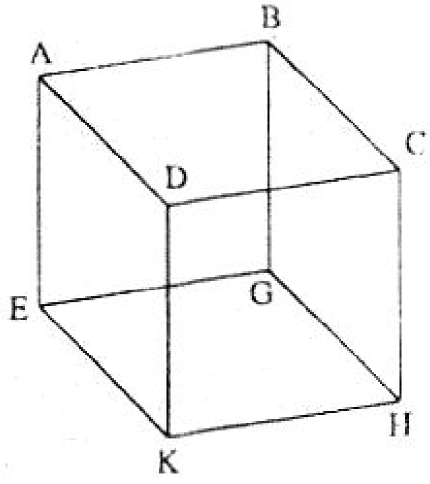

i_1
i_3
i_2
i_2
i_3
i_4
i_4
i_5
i_5
i_6
i_6
i_7

Hình 4.1.15

Bài giải:

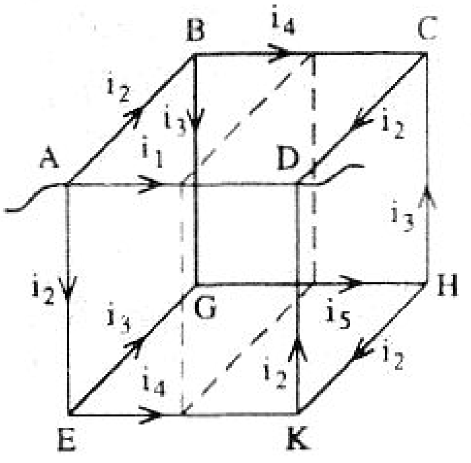
1. Dòng điện vào A ra D:

Mạch gồm hai mặt phẳng đối xứng: mặt phẳng AGHD và mặt phẳng trung trực của cạnh AD.



Hình 4.1.16

Các đoạn AB và AE, CH và KH, BC và EK đối xứng qua mặt AGHD, các đoạn AB và CD, EG và HK, BG và HC, AE và KD đối xứng qua mặt phẳng trung trực của AD. Dòng điện qua các đoạn mạch đối xứng cùng chiều, cùng cường độ và được biểu diễn như ở hình 4.1.17:

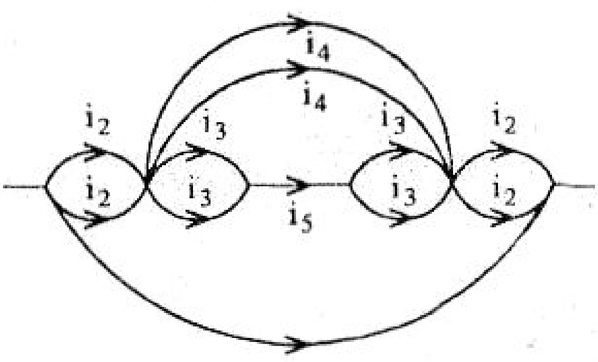

B
i_4
C
i_2
i_3
i_2
A
i_1
D
i_3
i_2
H
i_3
G
i_5
i_2
i_4
i_2
E
K

Hình 4.1.17

$V_A - V_B = V_A - V_E = i_2r$ → $V_B = V_E$: chập nút B với nút E

$V_C - V_D = V_K - V_D = i_2\ r$ → $V_C = V_K$: chập nút C với nút K:

Mạch điện được vẽ lại như hình 4.1.18 và có sơ đồ như sau:


i_4
i_4
i_2
i_3
i_3
i_2
i_2
i_3
i_5
i_3
i_2

Hình 4.1.18

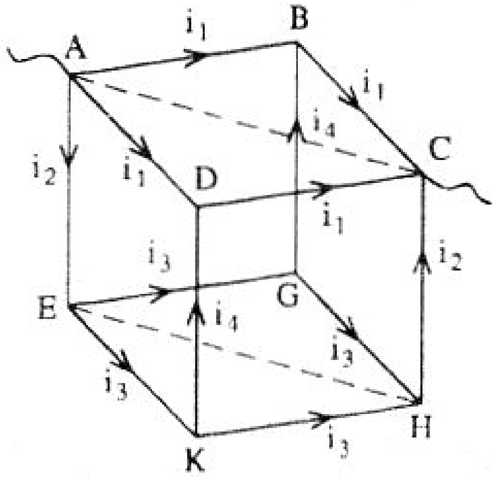
$[\langle i_2 // i_2\ nt \langle \{ i_5\ nt\ [(i_3 // i_3)\ n\,t\ (i_3 // i_3)]\} // \{ i_4 // i_4 \} \rangle\ n\,t\ \langle i_2 // i_2 \rangle] // i_1$

Áp dụng các công thức tính điện trở đoạn mạch song song và nối tiếp. ta suy ra điện trở toàn mạch là: $\frac{7r}{19}$

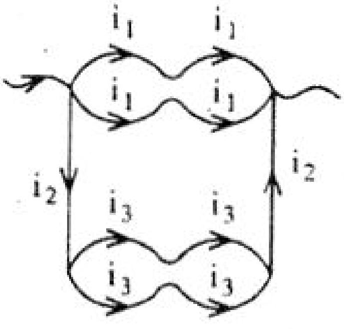
2. Dòng điện vào A ra C:

Mạch điện thừa nhận hai mặt phẳng đối xứng: mặt ACHE và mặt phẳng BDKG:

Các đoạn mạch AB và AD , EK và EG , BC và DC , GH và KH , BG và KD đối xứng nhau qua mặt ACEH . Các đoạn mạch AB và BC , AD cà C D , EG và GH , EK và KH , AE và HC đối xứng nhau qua mặt phẳng BDKG. Dòng điện qua các đoạn mạch đối xứng cùng chiều và cùng cường độ và được biểu diễn ở hình 4.1.19:



Hình 4.1.19



Hình 4.1.20

Các đoạn mạch AB và BC, EG và GH có dòng điện cùng chiều và cùng cường độ nên coi là mắc nối tiếp và tách ra khỏi đoạn mạch BG , các dợn mạch EK và KH , EG và GH có dòng điện cung chiều và cùng cường độ nên coi là mắc nối tiếp và tách ra khỏi đoạn mạch KD.

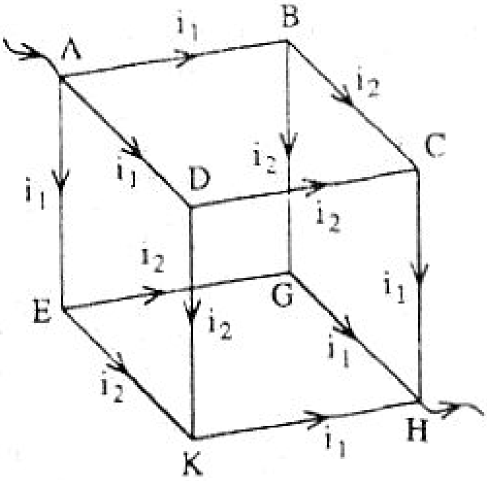
Sơ đồ mạch điện như sau (hình 4.1.20):

$$\{i_2 \text{ nt } [(i_3 \text{ nt } i_3) \mathbin{//} (i_3 \text{ nt } i_3)] \text{ nt } i_2\} \mathbin{//} \{(i_1 \text{ nt } i_1) \mathbin{//} (i_1 \text{ nt } i_1)\}$$

Áp dụng các công thức tính điện trở đoạn mạch song son
và nối tiếp, ta suy ra điện trở toàn mạch là: 3 r

3. Dòng điện vào A ra H

Do đối xứng ba chiều các dòng điện trong các đoạn mạch có chiều và cường độ như hình vẽ 4.1.21 :



Hình 4.1.21

Ở đây mạch điện không thể tách được nên tìm các nút có điện thế bằng nhau để chập chúng làm một.

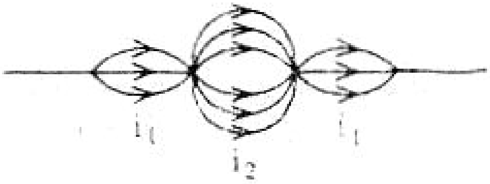
$$V_A - V_B = V_A - V_D = V_A - V_E = i_1 r$$

suy ra $V_B = V_D = V_E$ –

$$V_C - V_H = V_G - V_H = V_K - V_H = i_1 r$$

suy ra $V_C = V_G = V_K$ –

Mạch điện được vẽ lại như hình 4.1.22 :



Hình 4.1.22

Điện trở mạch điện:

$$r/3 \quad + \quad r/6 \quad + \quad r/3 = \frac{5r}{6}$$

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán IV.1.1

Một dây dẫn đồng chất tiết diện đều có điện trở R được cắt thành n đoạn dài bằng nhau rồi bó thành một bó không so le. Tìm điện trở R_b của bó.

Đáp số: $R_b = \frac{R}{n^2}$

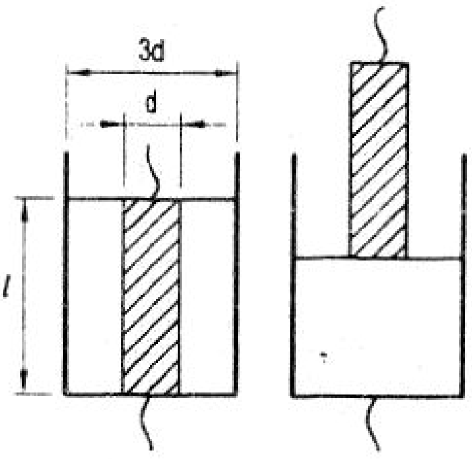
Bài toán IV.1.2

Một dây dẫn đồng chất tiết diện đều có điện trở $R = 36\Omega$. Nếu cắt dây thành một số đoạn bằng nhau rồi mắc chúng song song với nhau thì được một mạch có điện trở 1Ω. Tìm số đoạn.

Đáp số: n = 6

Bài toán IV.1.3

Trong một cốc thủy tinh đáy phẳng nằm ngang trong đựng thủy ngân. Trong thủy ngân có ngâm vừa ngập thẳng đứng một thanh đồng hình trụ có kích thước và vị trí như hình vẽ 4.1.23. Hỏi điện trở của hệ thay đổi bao nhiêu lần khi rút thanh đồng thẳng đứng lên đến vị trí sao cho



Hình 4.1.23

mặt dưới thanh đồng chạm vào mặt trên thủy ngân? Điện trở suất của đồng là ρ_1 và của thủy ngân là ρ_2.

Hướng dẫn:

Khi chưa rút thanh đồng lên ta được một mạch song song gồm: thanh đồng và khối thuỷ ngân hình xuyến

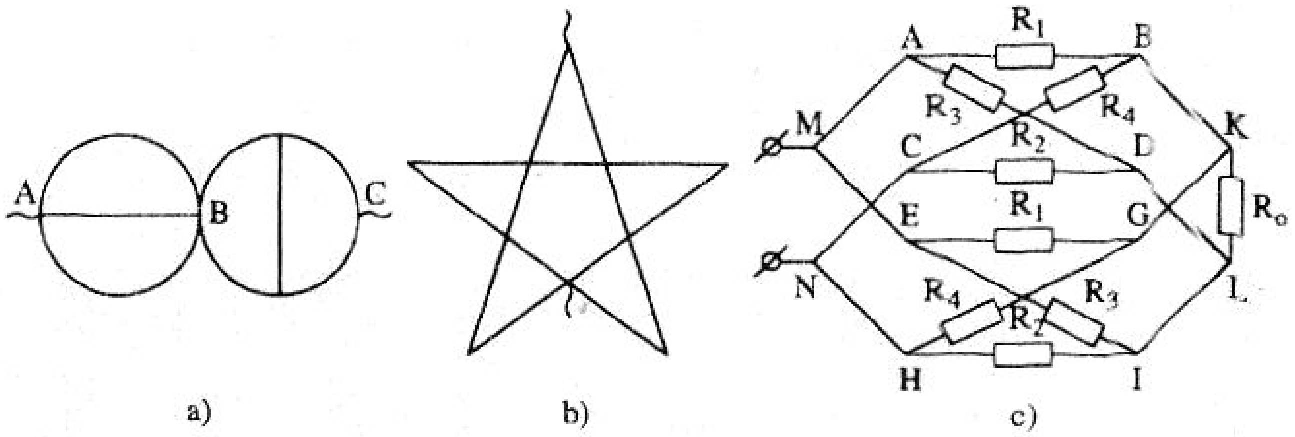
Khi rút thanh đồng lên ta được một mạch nối tiếp gồm :thanh đồng và khối thuỷ ngân hình trụ

Chú ý: Vì thể tích khối thuỷ ngân không đổi nên khi rút thanh đồng lên có sự thay đổi về diện tích mặt cắt và chiều cao cột thuỷ ngân

$$\text{Đáp số: } n = \frac{(8\rho_1 + \rho_2)(8\rho_2 + 81\rho_1)}{81\rho_1\rho_2}$$

Bài toán IV.1.4

Tính điện trở của các mạch điện sau:(hình 4.1.24).



a) b) c)

Hình 4.1.24

Mỗi đọan mạch có điện trở r

Mỗi cạnh của hình sao có điện trở r

$R_o=R_1=6$; $R_2 = 24\Omega$
$R_3 = R_4 = 12\,\Omega$

Giải:

a. Mạch gồm hai đoạn mạch AB và BC nối tiếp:

Mạch AB gồm 3 điện trở r song song: $R_{AB} = \frac{r}{3}$

Mạch BC là mạch cầu cân bằng: $R_{BC} = r$

Điện trở toàn mạch : $R = R_{AB} + R_{BC} = \frac{4r}{3}$

b. Mỗi cánh hình sao gồm hai điện trở r mắc nối tiếp rồi mắc song song với điện trở r nên có điện trở: $\frac{2r}{3}$

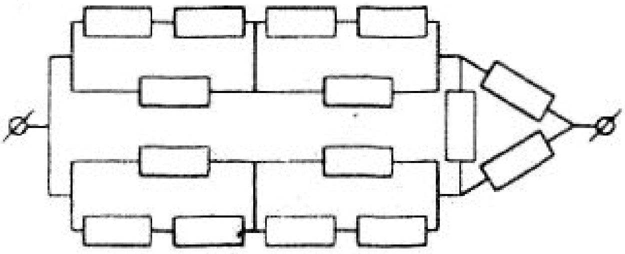
Hai cánh sao mắc nối tiếp và có điện trở: $\frac{4r}{3}$

Và toàn hình sao là mạch cầu cân bằng. Nếu bỏ điện trở cầu đi ta được hai mạch song song, mỗi mạch có điện trở: (hình 4.1.25)

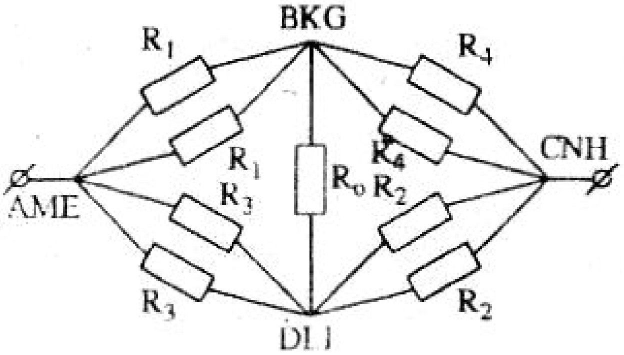
$$\frac{4r}{3} + r = \frac{7r}{3}$$

nên điện trở toàn mạch bằng: $\frac{7r}{6}$

c. Vẽ lại mạch điện ta được mạch cầu cân bằng như hình 4.1.26: bỏ R_o ta tính được điện trở toàn mạch bằng 6Ω .



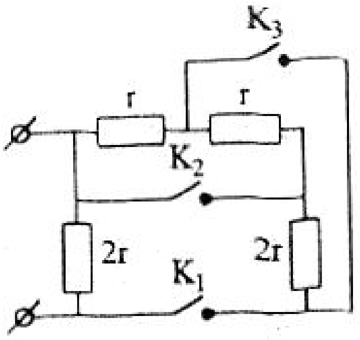
Hình 4.1.25



Hình 4.1.26

Bài toán IV.1.5

Tìm điện trở mạch điện hình 4.1.27 trong các trường hợp sau:



Hình 4.1.27

1. Các khóa đều mở

2. Khóa K_1 đóng

3. Khóa K_1 và K_2 đóng

4. Khóa K_1 và K_3 đóng

5. Các khóa đều đóng

Đáp số: 1. 2r ; 2. 4r/3 ; 3. r ; 4. 2r/3 ; 5. r/3

Bài toán IV.1.6

Có 4 điện trở r giống nhau. Hỏi có bao nhiêu cách mắc chúng thành mạch có điện trở khác nhau ? Vẽ sơ đồ từng mạch và tính điện trở từng mạch.

Đáp số: Có tất cả 10 cách mắc, trong đó có hai mạch có điện trở như nhau.

Bài toán IV.1.7

Có một số điện trở 5Ω. Hỏi phải dùng tối thiểu bao nhiêu điện trở này để mắc thành một mạch có điện trở 8Ω.

Hướng dẫn:

Vì điện trở của mạch bằng 8Ω lớn hơn 5Ω nên coi như mạch gồm một điện trở 5Ω mắc nối tiếp với một mạch X có điện trở:

$$X = 8 - 5 = 3\Omega$$

Vì điện trở mạch X nhỏ hơn 5Ω nên coi như mạch gồm một điện trở 5Ω mắc song song với một mạch Y có điện trở:

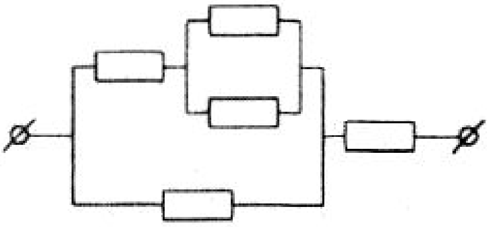
$$X = \frac{5Y}{Y+5} = 3 \rightarrow Y = 7,5\,\Omega$$

Vì điện trở mạch Y lớn hơn 5Ω nên coi mạch gồm một điện trở 5Ω mắc nối tiếp với một mạch Z có điện trở:

$$Z = 7,5 - 5 = 2,5\Omega$$

Mạch Z gồm hai điện trở 5Ω mắc song song.

Kết quả, mạch gồm 5 điện trở được mắc như hình 4.1.28.



Hình 4.1.28

Bài toán IV.1.8

Có ba điện trở R_1,R_2 và R_3 được mắc thành các mạch khác nhau. Nếu lần lượt mắc các mạch đó vào cùng một hiệu điện thế $U = 6V$ thì thấy có sáu cường độ dòng điện khác nhau ở mạch chính, trong đó cường độ lớn nhất bằng 4A và cường độ nhỏ nhất bằng 0,4A. Tìm các điện trở này.

Hướng dẫn:

Nếu vẽ ra ta sẽ được 8 mạch , trong đó cường độ dòng điện qua mạch gồm ba điện trở nối tiếp là nhỏ nhất và cường độ ở mạch chính gồm ba điện trở mắc song song là lớn nhất. .Đáng lẽ phải có 8 cường độ dòng điện khác nhau nhưng lại chỉ có 6 . Điều đó chỉ có thể có khi hai trong ba điện trở giống nhau.

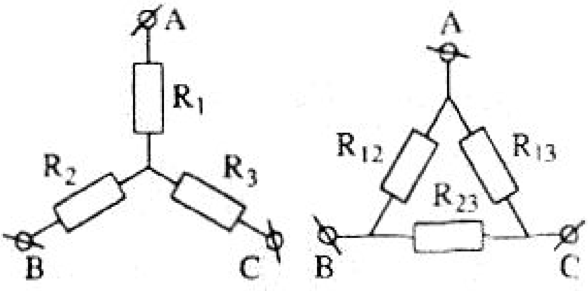
Đáp số: nếu $R_1 = R_2 = 3,75\Omega$ thì $R_3 = 7,5\Omega$

nếu $R_1 = R_2 = 6\Omega$ thì $R_3 = 3\Omega$

Bài toán IV.1.9

Có hai mạch điện hình sao và hình tam giác như hình vẽ 4.1.29.

Chứng minh rằng nếu thay mạch sao bằng mạch tam giác thì các điện trở mạch tam giác được tính theo các điện trở mạch sao bằng các công thức sau:



Hình 4.1.29

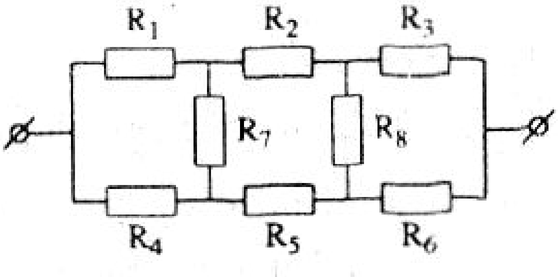
$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1R_2}{R_3}$$

$$R_{13} = R_1 + R_3 + \frac{R_1R_3}{R_2}$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2R_3}{R_1}$$

Bài toán IV.1.10

Có mạch điện như hình vẽ 4.1.30:



Hình 4.1.30

$R_1 = R_7 = R_8 = 1\Omega$, $R_2 = 0{,}25\Omega$, $R_4 = R_6 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_5 = 1/6\Omega$.

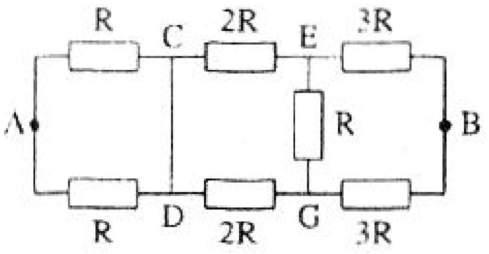
Hướng dẫn:

Thay hai mạch tam giác R_1, R_7 , R_4 và R_3, R_8, R_6 bằng hai mạch sao hoặc thay hai mạch sao R_1, R_2, R_7 và R_2, R_3, R_8 bằng hai mạch tam giác.

Đáp số: R = 2Ω

Bài toán IV.1.11

Có mạch điện ở hình 4.1.31:



Hình 4.1.31

Tính điện trở mạch điện trong các trường hợp sau:

1. Dòng điện vào A ra B

2. Dòng điện vào C ra D

3. Dòng điện vào E ra G

4. Dòng điện vào A ra D

5. Dòng điện vào A ra G

6. Dòng điện vào C ra G

7. Dòng điện vào C ra B

8. Dòng điện vào E ra B

Hướng dẫn:

1. Chập C D: mạch cầu cân bằng nối tiếp với mạch (R // R)

2. Dòng điện chỉ qua CD

3. Chập CD: (3R nt 3R) // R// (2R nt 2R)

4. Chập DC: R// R

5. Chập DC: 〈{[(3R nt 3R) // R] n t 2R}// 2R〉nt (R // R)

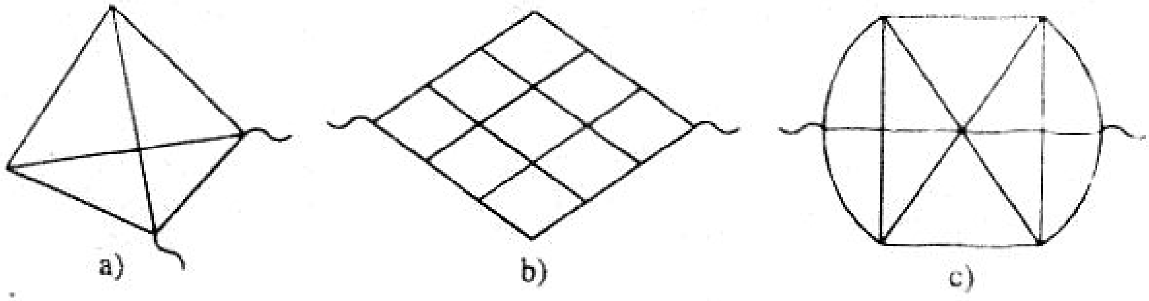
6. Chập CD: {[(3R nt 3R) // R] nt 2R}// 2R

7. Chập DC: mạch cầu cân bằng

8. Chập DC: {[(2R nt 2R) // R] nt 3R}// 3R

Đáp số: 1.3R; 2. 0 ; 3. 12R/7; 4. R/2; 5. 57R/34; 6. 20R/17; 7. 5R/2 ; 8. 57R/34

Bài toán IV.1.12

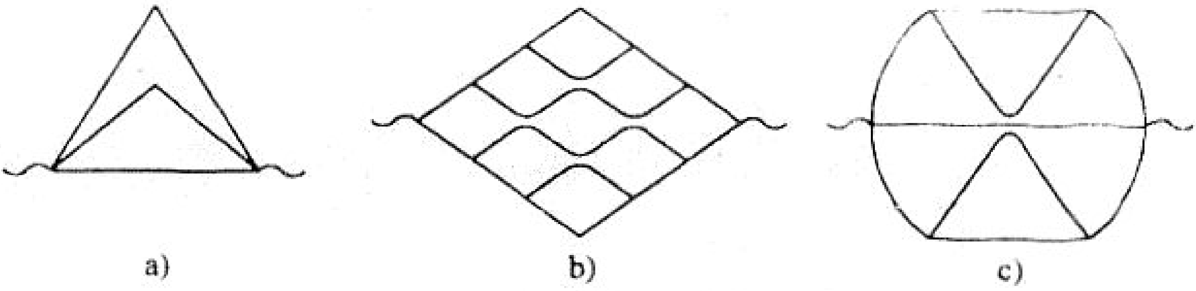


Hình 4.1.32

Có các mạch điện như hình 4.1.32: mỗi đoạn mạch có điện trở r.

Tìm điện trở của từng mạch.

Hướng dẫn:



Hình 4.1.33

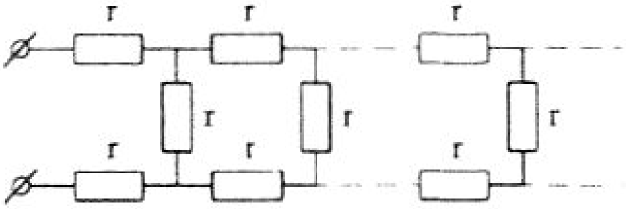
Dùng phương pháp trên có thể tách các mạch như ở hình 4.1.33.

Bài toán IV.1.13

Tìm điện trở của mạch điện hình 4.1.34.

Hướng dẫn:

Vì chuỗi mạch dài vô hạn nên sau khi tách mắt thứ nhất ta vẫn còn một mạch như vậy. Do đó nếu toàn mạch có điện trở R thì mạch còn lại cũng có điện trở R.



Hình 4.1.34

Vì thế:

$$R = 2r + \frac{Rr}{R + r}$$

rút ra : $R = r\left(1 + \sqrt{3}\right)$

IV.2. BÀI TOÁN VỀ CÁC DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN

Loại bài toán này nhằm giải quyết các vấn đề sau:

1. Nâng khả năng đo của một dụng cụ bằng cách mắc thêm điện trở phụ.

2. Chuyển một dụng cụ có một thang đo thành dụng cụ có nhiều thang đo hay thang đo khác.

3. Dùng các dụng cụ đo điện để xác định các đại lượng

Ví dụ IV.2.1

Một điện kế có điện trở $R_g = 10\Omega$, mặt chia độ gồm 100 độ chia, mỗi độ chia ứng với 1 mA.

1. Điện kế có khả năng đo một cường độ tối đa bằng bao nhiêu?

2. Muốn biến điện kế thành Ampe kế đo được một cường độ tối đa 5A thì phải mắc thêm một sơn có điện trở bằng bao nhiêu? Tìm điện trở của Ampe kế và giá trị mỗi độ chia ứng với Ampe kế.

3. Mắc Ampe kế này vào một mạch điện nào đó thì thấy kim chỉ ở độ chia thứ 30. Tìm cường độ dòng điện trong mạch.

Bài giải:

1. Nếu số độ chia là n và giá trị mỗi độ chia là i_g thì khả năng đo tối đa của điện kế là:

$$I_g = ni_g = 100\text{ mA} = 0{,}1\text{A}$$

2. Theo công thức:

$$I = I_g\left(1 + \frac{R_g}{R_s}\right)$$

$$\Leftrightarrow \qquad 5 = 0{,}1\left(I + \frac{10}{R_s}\right)$$

Suy ra:

$$R = \frac{10}{49}\,\Omega$$

Điện trở của Ampe kế:

$$R_a = \frac{R_gR_s}{R_g + R_s} = 0{,}2\,\Omega$$

Giá trị mỗi độ chia ứng với Ampe kế:

$$i_a = \frac{I}{n} = 0{,}05\,\text{A}$$

3. Ampe kế chỉ ở độ chia thứ 30 cho biết cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = n'i_a = 30.0,5 = 1,5\ A$$

Ví dụ IV.2.2

Một Vôn kế có điện trở $R_v = 1000\Omega$ đo được một hiệu điện thế tối đa 5V. Nếu mắc thêm một điện trở phụ 9000Ω thì được một vôn kế mới đo được một hiệu điện thế tối đa bằng bao nhiêu? Tìm điện trở của Vôn kế mới.

Muốn biến vôn kế trên thành một Vôn kế có 3 thang đo 10V ,40V và 100V thì phải dùng các điện trở phụ bằng bao nhiêu?

Bài giải:

Dùng công thức:

$$U = U_V\left(1 + \frac{R_P}{R_V}\right) = 5\left(1 + \frac{9000}{1000}\right) = 50\,V$$

Điện trở của vôn kế mới :

$$R_v' = R_v + R_p = 10000\Omega$$

b. Ở thang đo 10V:

Dùng điện trở R_1 làm điện trở phụ nâng khả năng đo của dụng cụ từ $U_v = 5$ V lên $U = 10$ V:

$$10 = 5\left(1 + \frac{R_1}{1000}\right) \Rightarrow R_1 = 1000\,\Omega$$

c. Ở thang đo 40V:

Dùng điện trở R_1 nối tiếp với điện trở R_2 làm điện trở phụ nâng khả năng đo của dụng cụ từ $U_v = 5$ V lên $U = 40$ V:

$$40 = 5\left(1 + \frac{R_2 + 1000}{1000}\right) \Rightarrow R_2 = 6000\,\Omega$$

hay dùng điện trở R_2 làm điện trở phụ nâng khả năng đo của dụng cụ từ $U_v = 10$ V lên $U = 40$ V:

$$40 = 10\left(1 + \frac{R_2}{1000 + 1000}\right) \Rightarrow R_2 = 6000\,\Omega$$

d. Ở thang đo 100V:

Dùng cả ba điện trở R_1,R_2 và R_3 mắc nối tiếp làm điện trở phụ nâng khả năng đo của dụng cụ từ $U_v = 5V$ lên $U_V = 100V$:

$$100 = 5\left(1 + \frac{1000 + 6000 + R_3}{1000}\right) \rightarrow R_3 = 12000\,\Omega$$

hay dùng hai điện trở R_2 và R_3 nối tiếp làm điện trở phụ nâng khả năng đo của dụng cụ từ $U_v = 10V$ lên $U = 100V$:

$$100 = 10\left(1 + \frac{6000 + R_2}{1000 + 1000}\right) \rightarrow R_3 = 12000\,\Omega$$

hay dùng điện trở R_3 làm điện trở phụ nâng khả năng đo của dụng cụ từ $U_v = 40V$ lên $U = 100V$:

$$100 = 40\left(1 + \frac{R_3}{1000 + 1000 + 6000}\right) \rightarrow R_3 = 12000\,\Omega$$

Ví dụ IV.2.3

Có một điện kế và hai điện trở .Nếu dùng điện trở thứ nhất làm sơn thì nâng khả năng đo của dụng cụ lên n_1 lần ,nếu dùng điện trở thứ hai thì n_2 lần. Hỏi khả năng đo của dụng cụ tăng lên bao nhiêu lần nếu dùng cả hai điện trở làm sơn:

a- khi mắc chúng song song.

b- khi mắc chúng nối tiếp.

Bài giải:

Dùng công thức : $n = \frac{I}{I_G} + 1 + \frac{R_G}{R_S}$ để lập các phương trình:

$$n_1 = 1 + \frac{R_G}{R_1} \qquad (1)$$

$$n_2 = 1 + \frac{R_G}{R_2} \qquad (2)$$

$$n_{//} = 1 + \frac{R_G\left(R_1 + R_2\right)}{R_1 R_2} \qquad (3)$$

$$n_{nt} = 1 + \frac{R_G}{R_1 + R_2} \qquad (4)$$

Rút R_1 và R_2 từ hai phương trình (1) và (2) thay vào các phương trình (3) và (4) ta được:

$$n_{//} = n_1 + n_2 - 1 \quad ; \quad n_{nt} = \frac{n_1 n_2 - 1}{n_1 + n_2 - 2}$$

Ví dụ IV.2.4

Một điện kế có điện trở R_G mắc thêm một sơn R_S rồi mắc nối tiếp với một điện trở phụ R để làm Vôn kế. Khi mắc Vôn kế vào hiệu điện thế 1V thì kim điện kế lệch đi một độ chia. Hỏi phải làm thay đổi điện trở R như thế nào để ở hiệu điện thế 10V kim của điện kế cũng chỉ lệch đi một độ chia.

Bài giải:

Điện trở của Von kế là $R_V = R + \dfrac{R_S R_G}{R_S + R_G}$

Khi mắc nối tiếp vôn kế trên với một điện trở phụ R_P vào hiệu điện thế 10V (tức là lớn gấp 10 lần hiệu điện thế cũ) và muốn cho độ lệch của kim điện kế không đổi thì hiệu điện thế hai đầu vôn kế cũ vẫn phải bằng 1V.

$$U = U_V\left(1 + \frac{R_P}{R_V}\right)$$

$$10 = \frac{1 + R_P}{R + \dfrac{R_G R_S}{R_G + R_S}}$$

và
$$R_P = 9\left(R + \frac{R_G R_S}{R_G + R_S}\right)$$

Vậy thay đổi điện trở R thành R':

$$R' = R_P + R = 10R + \frac{9R_g R_s}{R_g + R_s}$$

⇔
$$R' = \frac{10R\left(R_s + R_g\right) + 9R_s R_g}{R_s + R_g}$$

Ví dụ IV.2.5

Để xác định điện trở R_G *của một điện kế người ta mắc song song với nó một biến trở rồi mắc nối tiếp với một ampe kế vào hiệu điện thế U không đổi. Điều chỉnh biến trở thì thấy:*

- Khi biến trở có giá trị $R_1 = 0,99\Omega$ *thì kim điện kế lệch 30 độ chia và ampe kế chỉ 0,6A.*

- Khi biến trở có giá trị $R_2 = 0,19\Omega$ *thì kim điện kế lệch 20 độ chia và ampe kế chỉ 2A.*

1. Tìm điện trở của điện kế.

2. Để mỗi độ chia của điện kế ứng với 10mA thì biến trở phải có giá trị bằng bao nhiêu?

3. Với giá trị $0,047\Omega$ *của biến trở thì khi Ampe kế chỉ 2A kim điện kế lệch bao nhiêu độ chia?*

4. Để biến điện kế thành vôn kế mà mỗi độ chia ứng với 1V thì phải dùng một điện trở phụ bằng bao nhiêu?

Bài giải:

1. Áp dụng công thức: $I = I_G\left(1 + \dfrac{R_G}{R_S}\right)$

$$0,6 = 30\,i_G\left(1 + \frac{R_G}{0,99}\right) = 30i_G\left(\frac{0,99 + R_G}{0,99}\right)$$

$$2 = 20i_G\left(1 + \frac{R_G}{0,19}\right) = 20\,i_G\left(\frac{0,19 + R_G}{0,19}\right)$$

Chia hai phương trình:

$$0{,}3 = \frac{3\left(0{,}99 + R_G\right)0{,}19}{2\left(0{,}19 + R_G\right)0{,}99} \Rightarrow R_G = 18{,}81\ \Omega$$

Giá trị của mỗi độ chia của điện kế:

$$i_G = \frac{0{,}1\ .\ 0{,}19}{19} = 0{,}001\ \text{A} = 1\ \text{mA}$$

2. Muốn giá trị mỗi độ chia của điện kế bằng 10 mA tức là tăng lên gấp 10 lần thì điện trở của sơn R phải thỏa mãn:

$$1 + \frac{R_G}{R} = 1 + \frac{18{,}81}{R} = 10 \Rightarrow R = 2{,}09\ \Omega$$

3. $$2 = n\,.\,0{,}001\left(1 + \frac{18{,}81}{0{,}047}\right) \Rightarrow n = 5$$

4. Khi kim điện kế lệch đi một độ chia thì cường độ dòng điện qua điện kế bằng 0,001 A và hiệu điện thế hai đầu Vôn kế bằng 1V, do đó điện trở của Vôn kế phải bằng:

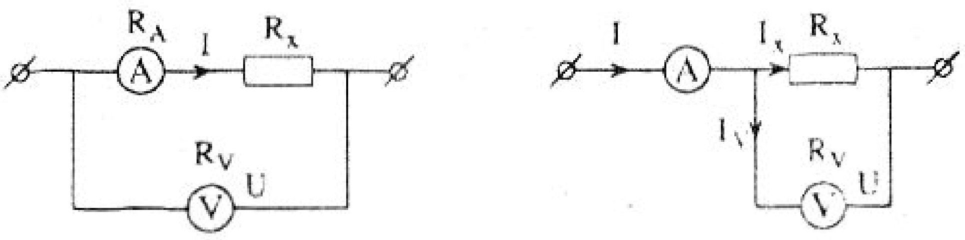
$$R_V = \frac{1}{0{,}001} = 1000\,\Omega$$

Điện trở phụ mắc nối tiếp với điện kế:

$$R_P = R_V - R_G = 1000 - 18{,}81 = 981{,}19\,\Omega$$

Ví dụ IV.2.6

Muốn đo điện trở R_X người ta dùng một ampe kế có điện trở R_A, một vôn kế có điện trở R_V và mắc chúng theo một trong hai sơ đồ như ở hình 4.2.1. Nếu ở từng sơ đồ Von kế chỉ U(V) và Ampe kế chỉ I (A) thì R_X ở từng sơ đồ bằng bao nhiêu? Ở điều kiện nào thì có thể tính ngay R_X theo tỷ số giữa số chỉ của Vôn kế và số chỉ của Ampe kế. Nếu không đảm bảo điều kiện này mà



b) a)

Hình 4.2.1

vẫn dùng tỷ số trên tính R_X thì sẽ phạm sai số là bao nhiêu phần trăm ở từng sơ đồ.

Bài giải:

Ở sơ đồ 4.6.1.a: $R_X = \dfrac{U}{I_X} = \dfrac{U}{I - I_V} = \dfrac{U}{I - \dfrac{U}{R_V}}$

Nếu $R_V = \infty$ thì: $R_X = \dfrac{U}{I}$

Sai số $$\Delta R_X = \frac{\dfrac{UR_V}{IR_V - U} - \dfrac{U}{I}}{\dfrac{UR_V}{IR_V - U}} = \frac{U}{IR_V}\,\%$$

Ở sơ đồ 4.6.1b: $R_X = \dfrac{U}{I} - R_A$

Nếu $R_A = 0$ $R_X = \dfrac{U}{I}$

Sai số $$\Delta R_X = \frac{\left|\dfrac{U - IR_A}{I} - \dfrac{U}{I}\right|}{\dfrac{U - IR_A}{I}} = \frac{IR_A}{U - IR_A}\,\%$$

Ví dụ IV.2.7

Nếu mắc nối tiếp hai Vôn kế V_1 và V_2 vào hai cực một nguồn điện thì chúng chỉ U_1 và U_2. Nếu chỉ mắc Vôn kế V_1 vào hai cực nguồn điện thì nó chỉ U_1'. Tìm suất điện động của nguồn điện theo các số chỉ của các Von kế trên.

Bài giải:

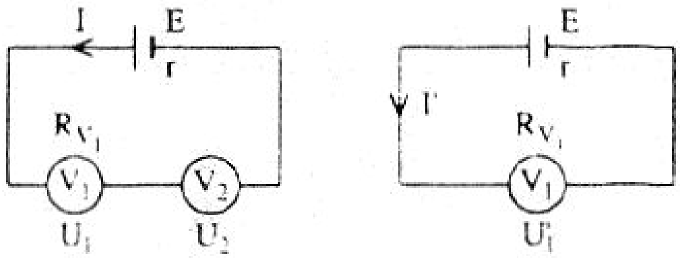
Ta có hệ phương trình:(hình 4.2.2)

$$E = U_1 + U_2 + Ir \quad (1)$$

và

$$E = U_1' + I'r \quad (2)$$

Nếu R_{v1} là điện trở của Vôn kế V_1 thì:



Hình 4.2.2

$$I = \frac{U_1}{R_{V1}} \text{ và } I' = \frac{U'_1}{R_{V1}}$$

Thay vào (1) vào (2) ta được:

$$E = U_2 + U'_1\left(1 + \frac{r}{R_{V1}}\right) \quad (1')$$

$$E = U'_1\left(1 + \frac{r}{R_{V1}}\right) \quad (2')$$

So sánh (1') với (2') rút ra:

$$E = \frac{U'_1 U_2}{U'_1 - U_1}$$

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán IV.2.1

Một điện kế có điện trở $R_g = 290\Omega$; khi mắc thêm sơn thì độ nhạy của dụng cụ giảm đi 10 lần. Hỏi phải mắc một điện trở R bằng bao nhiêu nối tiếp với điện kế đã mắc thêm sơn để điện trở tổng cộng không đổi.

Hướng dẫn:

Khi mắc thêm sơn độ nhạy của dụng cụ giảm đi n lần có nghĩa là nếu cường độ dòng điện ở mạch chính là I thì cường độ dòng điện qua điện kế là I / n và cường độ dòng điện qua sơn là 9I / n. Hiệu điện thế hai đầu sơn bằng hiệu điện thế hai đầu điện kế:

$$\frac{I}{10} R_a = \frac{9I}{10} R_S$$

Tìm được R_s thì tìm được dễ dàng $R = 261\Omega$.

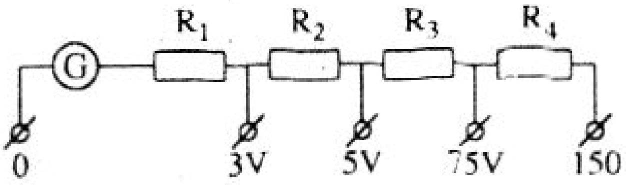
Bài toán IV.2.2

Một Ampe kế đo được một cường độ lớn nhất bằng 2A: Nếu mắc một sơn $R_s = 0{,}5\Omega$ thì giá trị mỗi độ chia tăng lên 10 lần. Hỏi phải dùng một điện trở phụ R_p bằng bao nhiêu để biến Ampe kế thành một Von kế đo được một hiệu điện thế lớn nhất là 120V?

Đáp số: $R_p = 105{,}5\Omega$

Bài toán IV.2.3

Một vôn kế có 4 thang đo 3V, 15V, 75V, 150V, gồm một điện kế có điện trở $R_g = 10\Omega$ *và đo được một cường độ dòng điện lớn nhất* $I_g = 30$ *mA và 4 điện trở* R_1, R_2, R_3 *và* R_4 *Tìm các điện trở này.*



Hình 4.2.3

Đáp số: $R_1 = 90\Omega$, $R_2 = 400\Omega$, $R_3 = 2000\Omega$, $R_4 = 2500\Omega$

Bài toán IV.2.4

Chứng minh rằng:

1. Đối với Ampe kế, khi mắc thêm sơn điện trở của dụng cụ giảm đi bao nhiêu lần thì khả năng đo của nó tăng lên gấp bấy nhiêu lần.

2. Đối với Von kế, khi mắc thêm điện trở phụ điện trở của dụng cụ tăng lên bao nhiêu lần thì khả năng đo của nó tăng lên bấy nhiêu lần.

Hướng dẫn:

1. Từ công thức tính điện trở của Ampe kế:

$$R_A = \frac{R_G R_S}{R_G + R_S}$$

suy ra:

$$\frac{R_G}{R_A} = 1 + \frac{R_G}{R_S} = \frac{I}{I_G}$$

2. Từ công thức tính điện trở của Vôn kế mới:

$$R_V' = R_V + R_P$$

suy ra: $$\frac{R'_V}{R_V} = 1 + \frac{R_P}{R_V} = \frac{U}{U_V}$$

Bài toán IV.2.5

Có một Vôn kế và hai điện trở. Nếu dùng điện trở thứ nhất làm điện trở phụ thì nâng khả năng đo của dụng cụ lên n_1 lần, nếu dùng điện trở thứ hai thì n_2 lần. Hỏi khả năng đo của dụng cụ tăng lên gấp bao nhiêu lần khi dùng cả hai điện trở làm điện trở phụ:

1. Mắc chúng nối tiếp

2. Mắc chúng song song.

Đáp số: $n_{nt} = n_1 + n_2 - 1$; $n_{//} = \frac{n_1 n_2 - 1}{n_1 + n_2 - 2}$

Bài toán IV.2.6

Một điện kế có điện trở g chưa biết.

1. Đem mắc nối tiếp điện kế với một điện trở R vào hai cực một nguồn điện có điện trở trong nhỏ không đáng kể thì kim điện kế chỉ một cường độ nào đó.

Đem mắc vào hai chốt của điện kế một biến trở rồi mắc mạch nối tiếp với một điện trở R/2 vào hai cực nguồn điện trên. Sau đó điều chỉnh biến trở cho đến khi điện kế chỉ một cường độ như trước. Khi đó điện trở của biến trở bằng 20Ω.

Tìm điện trở g của điện kế.

2. Phải mắc một sơn s bằng bao nhiêu vào điện kế để cường độ dòng điện qua điện kế chỉ bằng 1/ 10 cường độ mạch chính?

3. Mắc điện kế chưa có sơn nối tiếp với một điện trở 90Ω vào hai cực một bộ pin. Cường độ dòng điện qua điện kế là

50mA. Nếu mắc thêm sơn s thì thấy muốn điện kế chỉ một cường độ dòng điện như cũ phải tháo bỏ điện trở 90Ω đi. Tìm suất điện động và điện trở trong của bộ pin.

Hướng dẫn:

1. Khi mắc nối tiếp điện kế với điện trở R vào hai cực nguồn điện điện kế chỉ I_g.

$$I_g = \frac{E}{R + g} \tag{1}$$

Khi mắc thêm biến trở vào hai chốt điện kế một biến trở $R_b = 20\Omega$ rồi mắc nối tiếp với điện trở R/ 2, điện kế vẫn chỉ I_g:

$$I_g = \frac{IR_b}{g + R_b} = \frac{ER_b}{\left(\frac{R}{2} + \frac{gR_b}{g + R_b}\right)(g + R_b)} \tag{2}$$

$$\Rightarrow \qquad I_g = \frac{2ER_b}{gR + RR_b + 2gR_b}$$

So sánh (1) với (2) ta được:

$$R_b(2R + 2g) = 2gR_b + RR_b + gR$$

$$\Leftrightarrow 40R + 40g = 40g + 20R + gR$$

$$\Leftrightarrow g = 20\ \Omega$$

2. Dùng công thức: $I = I_g\left(1 + \frac{g}{s}\right)$

$$I = \frac{I}{10}\left(1 + \frac{20}{s}\right)$$

Suy ra: $$s = \frac{20}{9}\ \Omega$$

3. Khi chưa có sơn: $$I = \frac{E}{90 + 20 + r} = \frac{E}{110 + r} = 0{,}05 \qquad (1)$$

Khi mắc thêm sơn, Ampe kế có điện trở:

$$R_a = \frac{sg}{s + g} = 2\Omega$$

Cường độ dòng điện khi bỏ điện trở 90Ω:

$$I = \frac{E}{2 + r}$$

Cường độ dòng điện qua điện kế:

$$I_g = \frac{I_s}{s + g} = \frac{\dfrac{20E}{9\,(2 + r)}}{\dfrac{200}{9}} = \frac{20E}{200\,(2 + r)} = 0{,}05 \qquad (2)$$

Giải hệ phương trình (1) và (3) ta được:

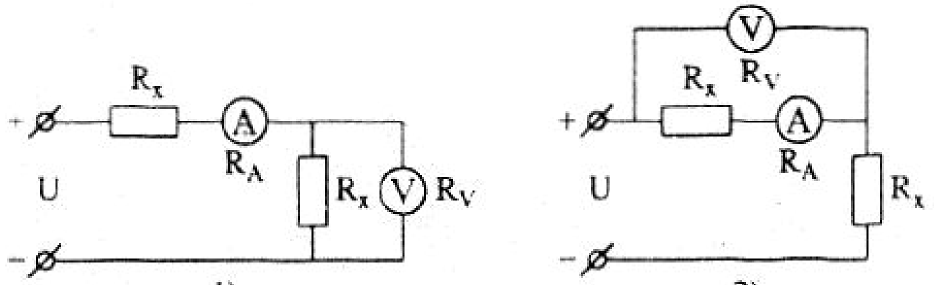
$$r = 10\Omega \quad \text{và} \quad E = 6V$$

Bài toán IV.2.7

Muốn xác định điện trở R_x người ta lần lượt mắc nó vào hai mạch điện như ở hình 4.2.4. Chứng minh rằng giá trị đúng của điện trở R_x được tính theo tỉ số giữa số chỉ của Von kế trong sơ đồ 1 và số chỉ của Ampe kế trong sơ đồ 2.

Giải:

Trong sơ đồ 1 Ampe kế chỉ I_{A1}:



1) 2)

Hình 4.2.4

$$I_{A1} = \frac{U}{(R + R_A) + \dfrac{R_X R_V}{R_X + R_V}} = \frac{U(R + R_V)}{(R + R_A)R_X + (R + R_A)R_V + R_X R_V}$$

Cường độ dòng điện qua R_x:

$$I_{x1} = I_{A1}\frac{R_V}{R_X + R_V} = \frac{UR_V}{(R + R_A)R_X + (R + R_A)R_V + R_X R_V}$$

Vôn kế chỉ hiệu điện thế hai đầu R_x.

Trong sơ đồ 2 cường độ dòng điện qua R_x:

$$I_{X2} = \frac{U}{R_X + \dfrac{(R + R_A)R_V}{R + R_A + R_V}} = \frac{U(R + R_A + R_V)}{(R + R_A)R_X + (R + R_A)R_V + R_X R_V}$$

Cường độ dòng điện qua Ampe kế:

$$I_{A2} = \frac{I_{x2}R_V}{R + R_A + R_V} = \frac{UR_V}{(R + R_A)R_X + (R + R_A)R_V + R_X R_V}$$

Như vậy, số chỉ của Ampe kế trong sơ đồ 2 bằng cường độ dòng diện qua R_x trong sơ đồ 1.

Vì vậy: $$R_x = \frac{U_{v1}}{I_{A2}}$$

Bài toán IV.2.8

Mắc hai điện trở 4 ohm song song vào hai cực một nguồn điện rồi mắc một Vôn kế có điện trở rất lớn vào hai cực này thì thấy Vôn kế chỉ 6V. Nếu bỏ đi một điện trở thì Vôn kế chỉ 8V. Tìm suất điện động và điện trở trong của nguồn điện.

Đáp số: E = 12 V, r = 2Ω

Bài toán IV.2.9

Mắc hai Von kế có điện trở 1000 ohm vào một mạch điện gồm một nguồn điện và một điện trở 10Ω. Nếu mắc chúng song song với nhau rồi chuyển sang nối tiếp thì thấy chúng chỉ cùng một hiệu điện thế. Tìm điện trở trong của nguồn điện.

Đáp số: r = 0,1Ω

Bài toán IV.2.10

Hai Von kế V_1 và V_2 cùng có khả năng đo một hiệu điện thế cực đại là 150V và có điện trở $R_1 = 10000\Omega$ và $R_2 = 20000\Omega$.

1. Hỏi có thể mắc hai Vôn kế nối tiếp vào hiệu điện thế 300V được không?

2. Nếu mắc hai Vôn kế nối tiếp thì chúng có khả năng đo một hiệu điện thế tối đa bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn:

1. Tính hiệu điện thế hai đầu từng Vôn kế sẽ thấy Vôn kế V_2 bị hỏng.

2. Nếu đảm bảo cho hiệu điện thế hai đầu Vôn kế V_2 bằng 150V thì hiệu điện thế hai đầu Vôn kế V_1 bằng 75V và hai Vôn kế đo được một hiệu điện thế tối đa bằng 225V.

IV.3. BÀI TOÁN TÌM CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN VÀ HIỆU ĐIỆN THẾ

Cường độ dòng điện thường được tính theo định luật Ohm cho mạch kín, định luật Ohm tổng quát áp dụng cho một đoạn mạch và có thể suy ra từ các đại lượng đã biết như công, công suất...

Từ đó có thể vạch ra chiến lược giải loại bài toán này như sau:

1. Biểu diễn chiều dòng điện trên các đoạn mạch một cách hợp lý. Nếu không thể hợp lý được thì tuỳ ý. Nếu tính ra được cường độ có giá trị âm thì điều đó có nghĩa là chiều đã chọn không phù hợp với chiều thực tế vốn có của dòng điện.

2. Phân tích mạch điện để quyết định kế hoạch giải:

+ Nếu mạch điện chỉ là một đoạn mạch gồm các điện trở thuần thì lần lượt dùng định luật Ohm cho đoạn mạch để tính dần các cường độ dòng điện.

+ Nếu mạch điện gồm nguồn điện hay bộ nguồn điện mắc với mạch ngoài chỉ đơn thuần là các điện trở thì dùng công thức của định Ohm cho mạch kín.

Cường độ tính được theo công thức này là cường độ dòng điện qua nguồn hay qua bộ nguồn và cũng là cường độ dòng điện ở mạch chính của mạch ngoài. Muốn tính các cường độ mạch rẽ thì phải tính hiệu điện thế hai đầu mạch song song rồi mới tính tiếp được.

Muốn tính cường độ dòng điện trong một đoạn mạch có điện trở nhỏ không đáng kể trước hết phải cần dùng phương trình nút để xác lập mối quan hệ giữa cường độ cần tính với cường độ dòng điện các đoạn mạch lân cận, vẽ lại mạch điện để tính các cường độ này rồi thay vào phương trình mà giải.

Nếu cần tính hiệu điện thế hai đầu một mạch điện gồm các đoạn mach nhỏ không nối tiếp, không song song thì phải tính hiệu điện thế hai đầu từng đoạn mạch nhỏ theo công thức:

$$V_{đi} - V_{đến} = I\,(R + \Sigma r) - (\Sigma e)$$

rồi cộng đại số các hiệu điện thế này.

+ Nếu mạch điện gồm các đoạn mạch trong đó có nguồn và điện trở mắc nối tiếp thì:

Căn cứ vào chiều dòng điện:

a. Viết phương trình ở một số nút nào đó

$$\Sigma I_{đến} = \Sigma I_{đi} \qquad (1)$$

b. Viết phương trình định luât Ohm tổng quát cho từng đoạn mạch:

$$I = \frac{(V_{đi} - V_{đến}) + \Sigma e}{R + \Sigma r} \qquad (2)$$

Chú ý: Nếu các đoạn mạch nối với nhau bằng nhiều nút thì cần chọn điện thế ở một nút nào đó bằng không và khi đó chỉ viết phương trình $\Sigma I_{đến} = \Sigma I_{đi}$ ở những nút chưa biết điện thế.

Thay phương trình (2) vào phương trình (1) để tìm hiệu điện thế hay các điện thế rồi thay các đại lượng này vào phương trình (1) để tìm các cường độ dòng điện.

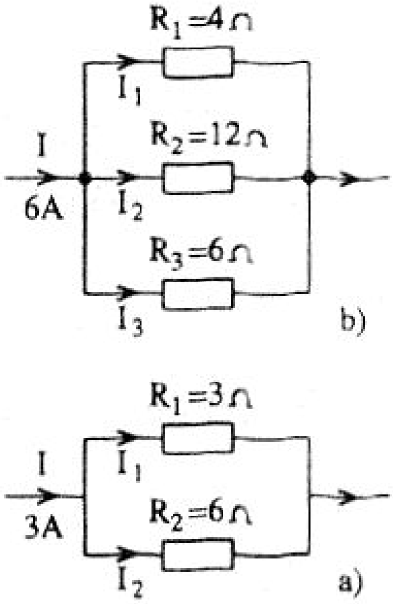
+ Nếu biết các đại lượng khác thì dùng công thức tính các đại lượng đó để suy ra cường độ dòng điện hay hiệu điện thế.

Ví dụ IV.3.1

Có hai mạch điện như ở hình 4.3.1. Tìm cường độ dòng điện qua các từng điện trở.

Bài giải:

1. Hình 4.3.1a:


$R_1=4\Omega$
I_1
I
$R_2=12\Omega$
6A
I_2
$R_3=6\Omega$
I_3
b)
$R_1=3\Omega$
I
I_1
3A
$R_2=6\Omega$
I_2
a)

Hình 4.3.1

Có hai phương trình:

$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Dùng tính chất của các tỷ lệ thức:

$$\frac{I_1}{I_1 + I_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{IR_2}{R_1 + R_2} = \frac{3.6}{9} = 2\,A$$

$$I_2 = \frac{IR_1}{R_1 + R_2} = \frac{3.3}{9} = 1\,A$$

hay $$I_2 = I - I_1 = 1\,A$$

2. Hình 4.3.1b:

Điện trở tương đương của mạch điện:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{6}{12}$$

$$R = 2\Omega$$

Hiệu điện thế hai đầu mạch song song:

$$U_{//} = RI = 12V$$

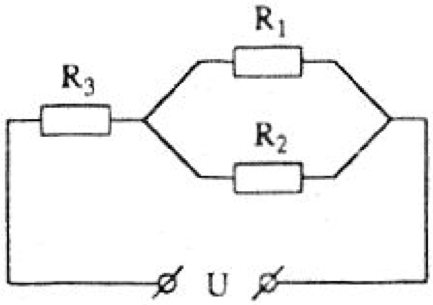
$$I_1 = \frac{U_{//}}{R_1} = 3A \quad ; \quad I_2 = \frac{U_{//}}{R_2} = 1A \quad ; \quad I_3 = \frac{U_{//}}{R_3} = 2A$$

Ví dụ IV.3.2

Có mạch điện như hình 4.3.2:

$R_1 = R_2 = R_3 = R_0$

Với hiệu điện thế U không đổi, hỏi cường độ dòng điện qua các điện trở biến đổi như thế nào khi tăng R_1 thêm 10% và tăng R_2 thêm 30%.



Hình 4.3.2

Bài giải:

Điện trở mạch điện:

$$R = \frac{R_2R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U\,(R_1 + R_2)}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1} = \frac{U\,(R_1 + R_2)}{MS}$$

$$I_1 = \frac{IR_2}{R_1 + R_2} = \frac{UR_2}{MS}$$

$$I_2 = \frac{IR_1}{R_1 + R_2} = \frac{UR_1}{MS}$$

Khi chưa tăng R_1 và R_2:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_0$$

$$I = \frac{2U}{3R_o} \; ; \; I_1 = I_2 = \frac{U}{3R_o}$$

Sau khi tăng R_1 thêm 10%, R_2 thêm 30%:

$$R_1 = 1{,}1\,R_0 \quad \text{và} \quad R_2 = 1{,}3\,R_0$$

$$I' = \frac{U\,(1{,}1R_o + 1{,}3R_o)}{1{,}1R_o{}^2 + 1{,}3R_o{}^2 + 1{,}1R_o.1{,}3R_o} = \frac{2{,}4U}{3{,}83R_o} < I$$

Cường độ mạch chính giảm:

$$I'_1 = \frac{1{,}3\,U}{3{,}83R_o} > I_1$$

Cường độ dòng điện qua R_1 tăng:

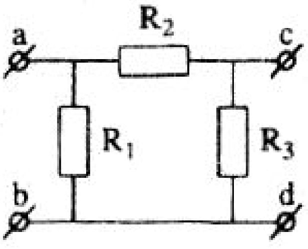
$$I'_2 = \frac{1{,}1\,U}{3{,}83R_o} > I_2$$

Cường độ dòng điện qua R_2 giảm.

Ví dụ IV.3.3

Có mạch điện như hình 4.3.3:

Nếu đặt vào hai đầu a và b một hiệu điện thế $U_{ab} = 100V$ thì lấy ra ở hai đầu c và d một hiệu điện thế $U_{cd} = 40V$ và cường độ dòng điện qua R_2 là $I_2 = 1A$.



Hình 4.3.3

Nếu đặt vào hai đầu c và d

ột hiệu điện thế $U'_{cd} = 60V$ *thì lấy ra ở hai đầu a và b một ệu điện thế* $U'_{ab} = 15V$.

Tìm các điện trở R_1, R_2 *và* R_3.

Giải:

Với $U_{ab} = 100V$ và $U_{cd} = U_3 = 40V$:

$$(R_2 \text{ nt } R_3) \,//\, R_1$$

$$I_3 = I_2 = 1A \quad \text{và} \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3} = 40\Omega$$

$$U_2 = U_{ab} - U_3 = 100 - 40 = 60V \quad \text{và} \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 60\Omega$$

Với $U'_{cd} = 60V$ và $U'_{ab} = 15V$

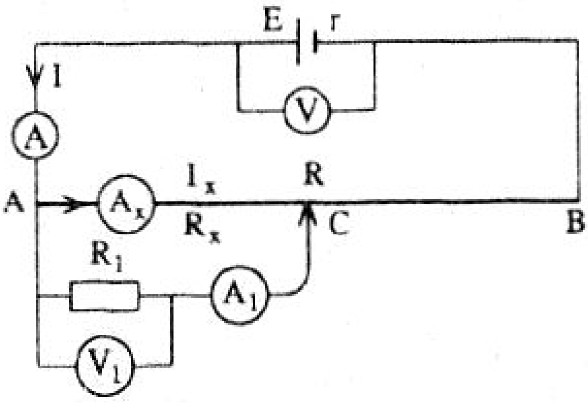
$$(R_1 \text{ nt } R_2) \,//\, R_3$$

$$U'_2 = U'_{cd} - U'_{ab} = 60 - 15 = 45V$$

$$I'_1 = I'_2 = \frac{U'_2}{R_2} = \frac{45}{60} = \frac{3}{4}\,A \qquad R_1 = \frac{U'_{ab}}{I'_1} = 20\,\Omega$$

Ví dụ IV.3.4

Có mạch điện ở hình 3.4: Nguồn điện có suất ện động E và điện trở ong r. Dây AB đồng chất, ết diện đều có điện trở R ác Ampe kế có điện trở ỏ không đáng kể, các Vôn có điện trở lớn vô cùng.



Hình 4.3.4

Hỏi chỉ số các dụng cụ biến đổi như thế nào khi dịch con chạ C từ A đến B.

Bài giải:

Cường độ dòng điện trong mạch kín:

$$I = \frac{E}{R_n + r}$$

$$R_n + r = \frac{R_1 R_x}{R_1 + R_x} + (R - R_x) + r = \frac{-R_x^{\ 2}}{R_1 + R_x} + R + r$$

Chia tử số và mẫu số cho R_x^2 ta được:

$$R_n + r = (R + r) - \frac{1}{\dfrac{R_1}{R_x^{\ 2}} + \dfrac{1}{R_x}}$$

Khi dịch con chạy C từ A đến B, R_x tăng, dẫn đến $(R_n +$ giảm và cường độ dòng điện I qua Ampe kế A tăng.

Vôn kế V chỉ hiệu điện thế mạch ngoài của nguồn điệ $U_n = E - Ir$ giảm.

Ampe kế A_1 chỉ cường độ dòng điện I_1 qua R_1:

$$I_1 = \frac{IR_x}{R_1 + R_x} = \frac{I}{\dfrac{R_1}{R_x} + 1}$$

R_x tăng, I tăng dẫn đến chỉ số của Ampe kế A_1 tăng và c số $U_1 = I_1R_1$ của Vôn kế V_1 cũng tăng.

$$R_n + r = \frac{-R_x^2 + (R+r)R_x + (R+r)R_1}{R_1 + R_x}$$

$$I = \frac{E(R_1 + R_x)}{-R_x^2 + (R+r)R_x + (R+r)R_1}$$

Đặt $y = -R_x^2 + (R+r)R_x + (R+r)R_1$

Biệt số: $\Delta = (R+r)^2 + 4(R+r)R_1$ $\sqrt{\Delta} > (R+r)$

$$R_{x1} = \frac{(R+r)+\sqrt{\Delta}}{2} > R$$

$$R_{x2} = \frac{(R+r)-\sqrt{\Delta}}{2} < 0$$

Nếu $R < r$. Ta có bảng:

R_x	R_{x2}	0	R	$(R+r)/2$	R_{x1}
y	0	$(R+r)R_1$		max	0

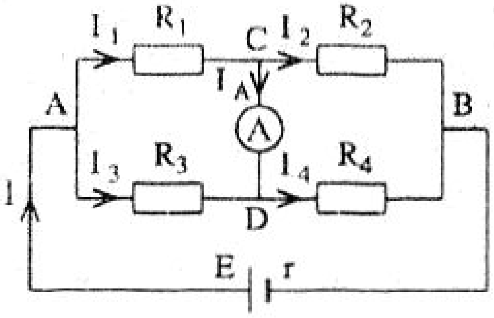
I_x giảm khi R_x tăng từ 0 đến R

Nếu $R > r$. Ta có bảng:

R_x	R_{x2}	0	$(R+r)/2$	R	R_{x1}
y	0	$(R+r)R_1$	max		0

I_x giảm khi R_x tăng từ 0 lến $(R+r)/2$ và tăng khi R_x ăng từ $(R+r)/2$ đến R.

Ví dụ IV.3.5



Hình 4.3.5

Có mạch điện như hình .3.5: $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = R_4 = 4\Omega$

,$R_3 = 6\Omega$, $E = 20V$, $R_A = 0$, $r = 1\Omega$

Tìm số chỉ của Ampe kế.

Bài giải:

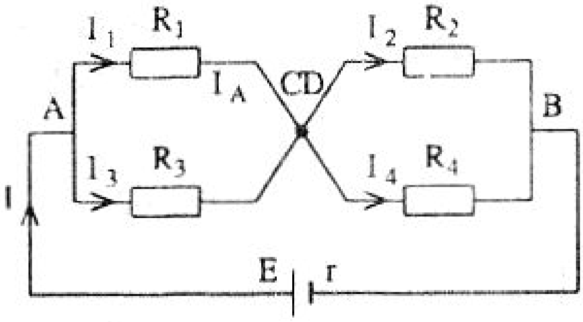
Chiều dòng điện trong các đoạn mạch được quy ước nh hình vẽ:

Theo định luật về nút ta có :

Tại nút C : $I_1 = I_2 + I_a$; Tại nút D : $I_3 + I_a = I_4$

Tính I_1 và I_2 hoặc I_3 và I_4.

Mạch điện được vẽ lại như ở hình 4.3.6:



I_1
R_1
I_2
R_2
I_A
CD
A
B
I_3
R_3
I_4
R_4
I
E
r

Hình 4.3.6

$(R_1 // R_3)$ nt $(R_2 // R_4)$

$R_{13} = 2\Omega$; $R_{24} = 2\Omega$; $R = 4\Omega$

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{20}{5} = 4A$$

$$I_1 = \frac{2I}{3} = \frac{8}{3}A \quad , \quad I_2 = \frac{I}{2} = 2A$$

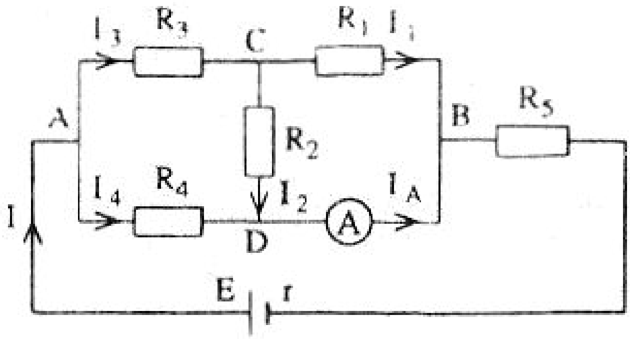
và

$$I_a = I_1 - I_2 = \frac{2}{3}A$$

Ví dụ IV.3.6

Có mạch điện như hình 4.3.7:

$R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 6\Omega$, $R_5 = 2\Omega$,



I_3
R_3
C
R_1
I_1
A
B
R_5
R_2
I_4
R_4
I_2
I_A
A
D
I
E
r

Hình 4.3.7

$r = 2\Omega$, $E = 24$ V, $R_a = 0$

Hỏi Ampe kế chỉ bao nhiêu?

Bài giải:

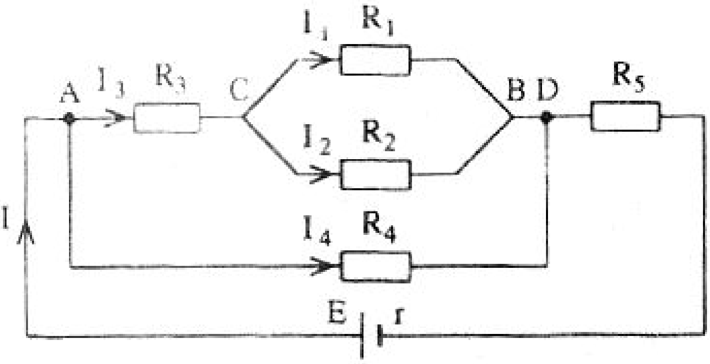
Chiều dòng điện được quy ước như ở hình vẽ 4.3.7:

Tại nút D : $I_2 + I_4 = I_a$

Tại nút B : $I_1 + I_a = I$

Mạch điện được vẽ lại như ở hình 4.3.8

$$\{[(R_1//R_2) \text{ nt } R_3]// R_4\} \text{nt } R_5$$



Hình 4.3.8

$R_{12} = 2\Omega$, $R_{123} = 12\Omega$,

$R_{1234} = 4\Omega$, $R = 6\Omega$

Cường độ dòng điện ở mạch chính:

$$I = \frac{E}{R + r} = 3A$$

Cường độ dòng điện các mạch rẽ:

$$I_4 = \frac{IR_{123}}{R_4 + R_{123}} = 2A \text{ , } I_3 = I - I_4 = 1A$$

$$I_2 = \frac{I_3R_1}{R_1 + R_2} = \frac{2}{3}A \text{ , } I_1 = I_3 - I_2 = \frac{1}{3}A$$

$$I_a = I_2 + I_4 = \frac{8}{3}A \text{ hay } I_a = I - I_1 = \frac{8}{3}A$$

Ví dụ IV.3.7

Có mạch điện như hình vẽ 4.3.9:

$R_1 = R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 4\Omega$, $R_4 = 3\Omega$, $R_5 = 2\Omega$, $r = 1\Omega$, $R_a = 0$

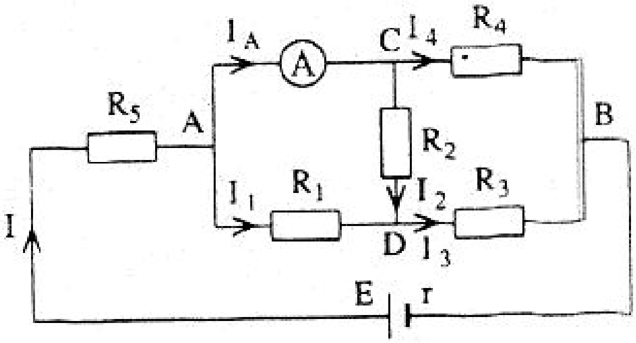
Ampe kế chỉ 1 A. Tìm E.

Bài giải:

Giả sử dòng điện trong các đoạn mạch có chiều như ở hình vẽ:

Tại nút A : $I = I_a + I_1$

Vẽ lại mạch điện như hình 4.3.10:



I_A
A
C
I_4
R_4
R_5
A
B
R_2
I_1
R_1
I_2
R_3
I
D
I_3
E
r

Hình 4.3.9

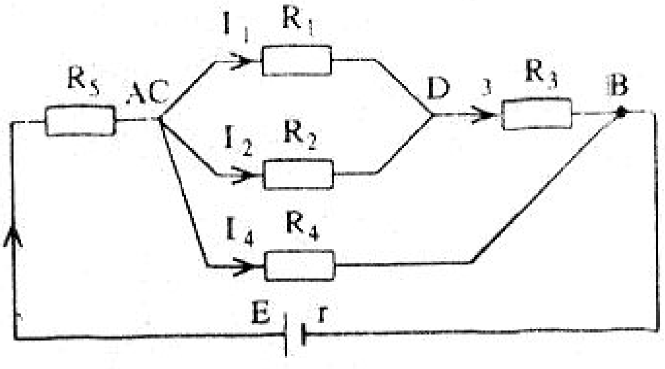
$$\{[(R_1//R_2)\text{ nt } R_3]//R_4\}\text{ nt } R_5$$

$$R_{12} = 2\Omega,\quad R_{123} = R_{12} + R_3 = 6\Omega$$

$$R_{1234} = 2\Omega,\quad R + r = R_{1234} + R_5 + r = 5\Omega$$

Theo định luật Ôm cho mạch kín:

$$I = \frac{E}{5}$$



I_1
R_1
R_5
AC
D
3
R_3
B
I_2
R_2
I
I_4
R_4
E
r

Hình 4.3.10

$$I_3 = \frac{IR_4}{R_{123} + R_4} = \frac{3E}{5.9} = \frac{E}{15}$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{I_3}{2} = \frac{E}{30}$$

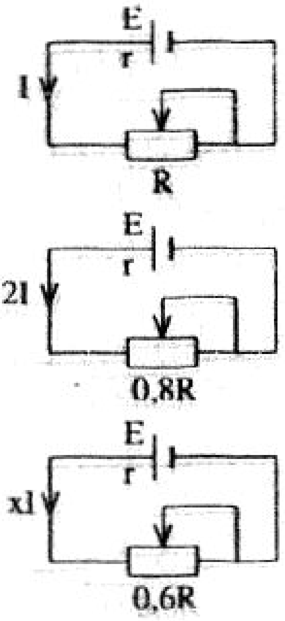
$$\Rightarrow I_a = I - I_1$$

$$I = \frac{E}{5} - \frac{E}{30} = \frac{5E}{30}$$

$$\Rightarrow E = 6\ V$$

Ví dụ IV.3.8

Mắc một biến trở đang để ở một giá trị nào đó vào hai cực một nguồn điện Nếu giảm điện trở biến trở đi 20% thì cường độ dòng điện trong mạch tăng 20%. Hỏi cường độ dòng điện trong mạch tăng bao nhiêu phần trăm nếu giảm điện trở biến trở đi 40%.



Hình 4.3.11

Bài giải:

Áp dụng định luật Ohm cho mạch kín (hình 4.3.11):

$$I = \frac{E}{R + r}$$

để lập các phương trình.

Giả sử điện trở lúc đầu của biến trở là R và cường độ dòng điện trong mạch là I:

$$I = \frac{E}{R + r} \tag{1}$$

Biến trở giảm 20% chỉ còn 0,8R, cường độ tăng 20% sẽ là 1,2I

$$1{,}2I = \frac{E}{0{,}8R + r} \qquad (2)$$

Cũng vậy:

$$xI = \frac{E}{0{,}6R + r} \qquad (3)$$

Chia (1) cho (2) ta được:

$$\frac{1}{1{,}2} = \frac{0{,}8R + r}{R + r} \Rightarrow R = 5r$$

Thay R = 5r vào (1) và (3) rồi chia cho nhau ta được x = 0,5 tức là cường độ dòng điện đã tăng 50%.

Ví dụ IV.3.9

Nếu lần lượt mắc điện trở thứ nhất rồi điện trở thứ hai vào hai cực một nguồn điện có điện trở trong nhỏ không đáng kể thì dòng điện trong mạch lần lượt bằng 3A rồi 2A. Tìm cường độ dòng điện qua nguồn khi mắc hai điện trở trên nối tiếp vao hai cực nguồn điện.

Bài giải:

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{E}{R} \Rightarrow 3 = \frac{E}{R_1} \ ; \ 6 = \frac{E}{R_2} \ \Rightarrow I = \frac{E}{R_1 + R_2} = 2A$$

Ví dụ IV.3.10

Hiệu điện thế hai cực một nguồn điện phụ thuộc điện trở mạch ngoài theo hàm số:

$$U_n = \frac{15R}{2R + 3}$$

Tìm suất điện động và điện trở trong của nguồn điện.

Bài giải:

Hiệu điện thế hai cực nguồn:

$$U_n = IR = \frac{ER}{R + r}$$

Biến đổi phương trình đã cho:

$$U_n = \frac{7{,}5R}{R + \frac{3}{2}}$$

So sánh với phương trình tổng quát ta được: E = 7,5V, r = 1,5Ω .

Ví dụ IV.3.11

Mặc hai điện trở R_1 và R_2 nối tiếp vào hai cực một nguồn điện có điện trở trong không đáng kể. Nếu lần lượt mắc một Vôn kế vào hai đầu R_1 rồi vào hai đầu R_2 rồi vào hai đầu mạch nối tiếp thì thấy Vôn kế lần lượt chỉ 4V, 6V rồi 12V. Tìm giá trị thực của hiệu điện thế hai đầu từng điện trở.

Bài giải:

Khi không có Vôn kế hiệu điện thế thực hai đầu từng điện trở là U_1 và U_2:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad (1)$$

$$U_1 + U_2 = U_n \quad (2)$$

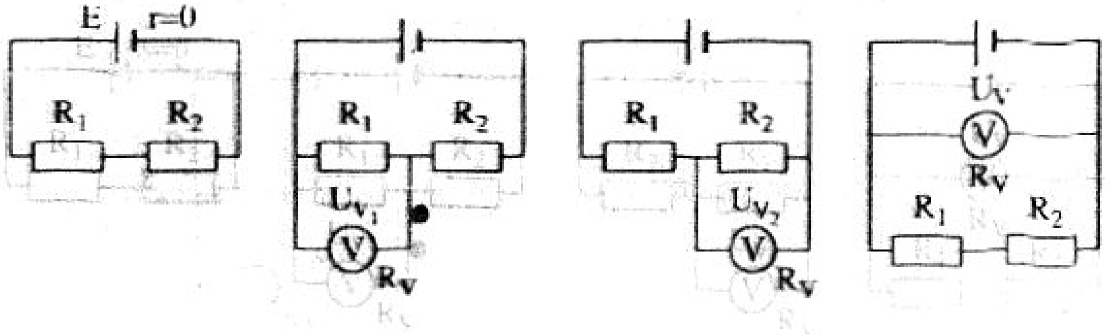
Lần lượt tính hiệu điện thế hai đầu từng điện trở:

Khi Vôn kế mắc vào hai đầu điện trở R_1 (hình 4.6.2):

Điện trở toàn mạch:

$$R + r = \frac{R_1R_V}{R_1 + R_V} + R_2 = \frac{R_1R_V + R_1R_2 + R_2R_V}{R_1 + R_V}$$

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{E\,(R_1 + R_2)}{R_1R_V + R_1R_2 + R_2R_V}$$


E
r=0
R₁
R₂
R₁
R₂
U_V₁
V
R_V
R₁
R₂
U_V₂
V
R_V
U_V
V
R_V
R₁
R₂

Hình 4.3.12

Hiệu điện thế hai đầu R_1:

$$U_{V1} = I\,\frac{R_1R_V}{R_1 + R_V} = \frac{ER_1}{R_1R_V + R_1R_2 + R_2R_V} = 4 \qquad (3)$$

Suy ra hiệu điện thế hai đầu R_2:

$$U_{V2} = \frac{ER_2}{R_2R_V + R_2R_1 + R_2R_V} = 6 \qquad (4)$$

Hiệu điện thế hai đầu mạch nối tiếp.Vì $r = 0$ nên

$$U_v = U_n = E = 12V \qquad (5)$$

Chia (3) cho (4) ta được:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{3}$$

Vậy:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{2}{3} \quad \text{và } U_1 + U_2 = 12$$

Suy ra: $U_1 = 4.8V$ và $U_2 = 7,2V$

Ví dụ IV.3.12

Có một số nguồn điện giống nhau cùng có điện trở trong r mắc thành một bộ rồi nối với mạch ngoài có điện trở R. Tìm điều kiện để khi mắc các nguồn nối tiếp cường độ dòng điện ở mạch ngoài lớn hơn khi mắc các nguồn song song.

Bài giải:

$$I_{//} > I_{nt}$$

$$\Leftrightarrow \frac{ne}{nR + r} > \frac{ne}{R + nr}$$

$$\Leftrightarrow R + nr > nR + r$$

$$\Leftrightarrow r (n - 1) > R(n - 1)$$

$$\Rightarrow r > R$$

Ví dụ IV.3.13

Có một số nguồn điện giống nhau cùng suất điện động e = 2V và điện trở trong r = 1Ω được mắc thành một bộ nguồn hỗn tạp có suất điện động 24V và điện trở trong 3Ω.

1. Tìm số nguồn và cách mắc.

2. Mắc bộ nguồn với mạch ngoài gồm điện trở $R_1 = 5\Omega$ mắc nối tiếp với một mạch song song gồm điện trở $R_2 = 3\Omega$ và $R_3 = 6\Omega$.

Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và qua từng nguồn, hiệu điện thế hai cực bộ nguồn và hai cực từng nguồn.

Các đại lượng này thay đổi như thế nào khi tăng điện trở R_2.

Bài giải:

1. $$E_b = pe \Rightarrow p = \frac{E_b}{e} = \frac{24}{2} = 12$$

$$r_b = \frac{pr}{q} \Rightarrow q = \frac{12.1}{3} = 4$$

$$\Rightarrow n = pq = 48$$

Vậy bộ nguồn gồm 48 nguồn mắc thành 4 hàng song song, mỗi hàng gồm 12 nguồn nối tiếp.

Cường độ dòng điện mạch ngoài:

$$I = \frac{E_b}{R + r_b}$$

Với: $$R = R_1 + \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = 7\ \Omega$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{24}{7+3} = 2{,}4\ A$$

Cường độ dòng điện qua các điện trở R_2 và R_3:

$$I_2 = \frac{IR_3}{R_2 + R_3} = \frac{2{,}4.6}{9} = 1{,}6\,A$$

$$I_3 = I - I_2 = 0{,}8\ A$$

Cường độ dòng điện qua từng nguồn:

$$i = \frac{I}{q} = \frac{2{,}4}{4} = 0{,}6\,A$$

Hiệu điện thế hai cực bộ nguồn và hai cực một nguồn:

$$U_n = I\,R = 2{,}4.7 = 16{,}8V$$

$$u_n = e - ir = 1.4V$$

Khi tăng R_2 thì:

$$R + r_b = R_1 + r_b + \frac{R_3}{1 + \dfrac{R_3}{R_2}} \qquad \text{tăng}$$

Cường độ dòng điện ở mạch ngoài:

$$I = \frac{E_b}{R + r_b} \qquad \text{giảm}$$

$$\Rightarrow \qquad i = \frac{I}{q} \qquad \text{giảm}$$

Cường độ I_2:

$$I_2 = \frac{IR_3}{R_2 + R_3} \qquad \text{giảm}$$

$$U_{//} = E_b - IR_1 - Ir_b \qquad \text{tăng}$$

$$\Rightarrow \qquad I_3 = \frac{U_{//}}{R_3} \qquad \text{tăng}$$

$$U_n = E_b - Ir_b \ \text{ tăng và } \ u_n = e - ir \ \text{ tăng}$$

Ví dụ IV.3.14

Có 12 nguồn điện giống nhau cùng suất điện động $e = 2V$ và điện trở trong $r = 1\Omega$ được mắc thành một bộ gồm ba hàng *song song: một hàng gồm 2 nguồn nối tiếp, một hàng gồm 4 nguồn nối tiếp và một hàng gồm 6 nguồn nối tiếp.*

1. Tìm cường độ dòng điện qua từng nguồn.

2. Mắc bộ nguồn với một mạch ngoài có điện trở R = 12Ω. Tìm cường độ dòng điện qua R và qua các nguồn.

Bài giải:

1. Giả sử chiều dòng điện được quy ước như ở hình 4.3.13.

Áp dụng công thức của định Ôm tổng quát :

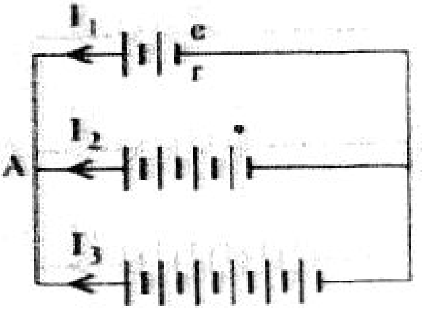
$$I = \frac{(V_{\text{đi}} - V_{\text{đến}}) + \Sigma e_i}{R + \Sigma r_i}$$

ta có:

$$I_1 = \frac{V_B - V_A + 2e}{2r} = \frac{U_{BA} + 4}{2}$$

$$I_2 = \frac{V_B - V_A + 4e}{4r} = \frac{U_{BA} + 8}{4}$$

$$I_3 = \frac{V_B - V_A + 6e}{6r} = \frac{U_{BA} + 12}{6}$$



Hình 4.3.13

Phương trình cường độ tại nút A:

$I_1 + I_2 + I_3 = 0$

$$\frac{U_{BA} + 4}{2} + \frac{U_{BA} + 8}{4} + \frac{U_{BA} + 12}{6} = 0$$

hay: $$U_{BA} = -\frac{72}{11} V$$

Thay hiệu điện thế tìm được vào các phương trình trên ta tính được:

$$I_1 = -\frac{14}{11}A \ , \ I_2 = \frac{4}{11}A \ , \ I_3 = \frac{10}{11}A$$

(dấu âm vì chiều dòng điện I_1 quy ước ngược với chiều thực)

2. Khi mắc thêm R với chiều dòng điện như hình vẽ ta có:

$$I = \frac{V_A - V_B}{R} = \frac{-U_{BA}}{12}$$

Phương trình cường độ tại nút A sẽ là: $I = I_1 + I_2 + I_3$

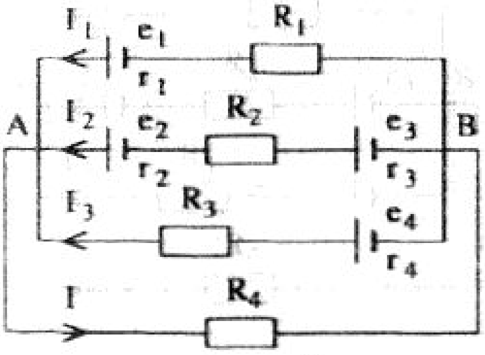
$$-\frac{U_{BA}}{12} = \frac{U_{BA} + 4}{2} + \frac{U_{BA} + 8}{4} + \frac{U_{BA} + 12}{6}$$

$$\Rightarrow \quad U_{BA} = -6V$$

Suy ra: $I = 0,5$ A, $I_1 = -1$ A, $I_2 = 0,5$ A, $I_3 = 1$ A

Ví dụ IV.3.15

Có mạch điện như hình 3.14:



Hình 4.3.14

$e_1 = 6V$, $e_2 = 8V$, $e_3 = 10V$,

$= 3V$. $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 1\Omega$,

$_1 = R_3 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_4 =$

Ω , $R_V = \infty$.

Tìm cường độ dòng điện trong các đoạn mạch.

Bài giải:

Chiều dòng điện trong các đoạn mạch được biểu diễn như nh vẽ.

Áp dụng định luật Ôm tổng quát cho từng đoạn mạch:

$$I_1 = \frac{V_B - V_A + e_1}{R_1 + r_1} = \frac{U_{BA} + 6}{2}$$

$$I_2 = \frac{V_B - V_A + e_2 - e_3}{R_1 + r_2 + r_3} = \frac{U_{BA} - 2}{4}$$

$$I_3 = \frac{V_B - V_A + e_4}{R_3 + r_4} = \frac{U_{BA} + 3}{2}$$

$$I = \frac{V_A - V_B}{R_4} = \frac{-U_{BA}}{4}$$

Áp dụng định luật về nút:

$$I_1 + I_2 + I_3 = I$$

Kết hợp hai phương trình ta được:

$$\frac{U_{BA} + 6}{2} + \frac{U_{BA} - 2}{4} + \frac{U_{BA} + 3}{2} = \frac{-U_{BA}}{4}$$

$$\Leftrightarrow 2U_{BA} + 12 + U_{BA} - 2 + 2U_{BA} + 6 = -U_{BA}$$

$$\Rightarrow U_{BA} = \frac{-16}{6} = \frac{-8}{3}$$

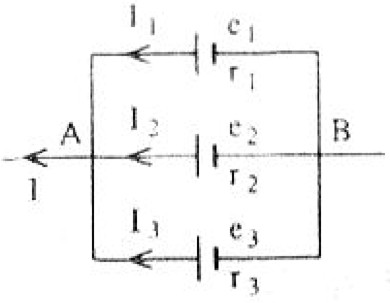
Thay hiệu điện thế tính được vào phương trình cường độ ta được:

$$I_1 = \frac{5}{3}\text{A} \ ; \ I_2 = \frac{-7}{6}\text{A} \ ; \ I_3 = \frac{1}{6}\text{A} \ ; \ I = \frac{2}{3}\text{A}$$

I_2 có dấu âm vì chiều dòng điện quy ước trong đoạn mạch không phù hợp với chiều dòng điện thực do các nguồn điện cung cấp.

Ví dụ IV.3.16

Có mạch điện như hình 4.3.15:



Hình 4.3.15

Chứng minh rằng nếu thay các nguồn điện bằng một nguồn tương đương có điện trở trong r được tính theo công thức:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

thì suất điện động e của nguồn tương đương được tính theo công thức:

$$\frac{e}{r} = \frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2} + \frac{e_3}{r_3}$$

Bài giải:

Giả thiết dòng điện trong các đoạn mạch có chiều như hình vẽ 4.3.15:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\Rightarrow I = \frac{U_{BA} + e_1}{r_1} + \frac{U_{BA} + e_2}{r_2} + \frac{U_{BA} + e_3}{r_3}$$

$$\Leftrightarrow I = U_{BA}\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}\right) + \left(\frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2} + \frac{e_3}{r_3}\right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2} + \frac{e_3}{r_3} = I - \frac{U_{BA}}{r}$$

Nhưng: $U_{BA} = - U_{AB}$

$$\text{nên: } I = \frac{U_{BA}}{r} = \frac{Ir + U_{AB}}{r} = \frac{e}{r}$$

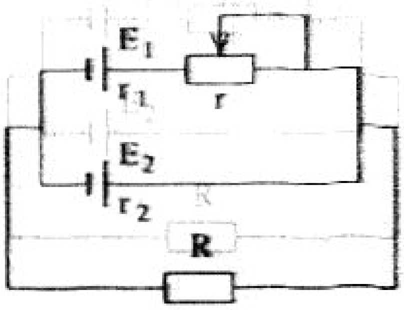
$$\text{Do đó: } \frac{e}{r} = \frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2} + \frac{e_3}{r_3}$$

Ví dụ IV.3.17

Có mạch điện như hình vẽ 4.3.16:

$r_1 = r_2 = 1\Omega$, $R = 10\Omega$.

Tìm các suất điện động E_1 và E_2 biết rằng với bất kỳ giá trị nào của biến trở r cường độ dòng điện qua R luôn luôn bằng I = 1A.



Hình 4.3.16

Bài giải:

Vì biến trở r mắc nối tiếp với điện trở trong r_1 của nguồn E_1 nên coi $r + r_1$ là điện trở trong của nguồn, do đó:

$$\frac{1}{r_{12}} = \frac{1}{r_1 + r} + \frac{1}{r_2} = \frac{1}{1 + r} + 1 = \frac{2 + r}{1 + r} \Rightarrow r_{12} = \frac{1 + r}{2 + r}$$

$$\frac{E_{12}}{r_{12}} = \frac{E_1}{r_1 + r} + \frac{E_2}{r_2} \Rightarrow \frac{E_{12}(2 + r)}{1 + r} = \frac{E_1 + E_2 + E_2 r}{1 + r}$$

$$\Rightarrow \quad E_{12} = \frac{E_1 + E_2 + E_2 r}{2 + r}$$

$$I = \frac{E_{12}}{R + r_{12}} = \frac{E_1 + E_2 + E_2 r}{(2 + r)\left(10 + \dfrac{1 + r}{2 + r}\right)} = \frac{E_1 + E_2 + E_2 r}{21 + 11r} = 1$$

Khi r = 0 $\qquad I = \dfrac{E_1 + E_2}{21} = 1$

Khi r = ∞ $\qquad I = \dfrac{E_2}{11} = 1$

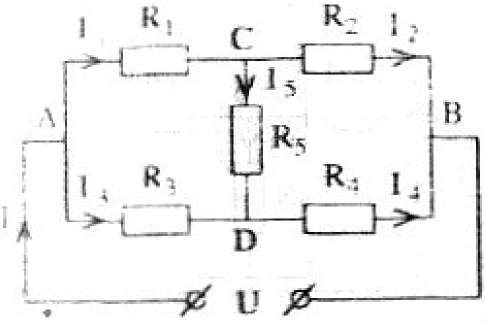
Suy ra: $\qquad E_2 = 11\text{ V},\ E_1 = 10\text{ V}$

Ví dụ IV.3.18

Có mạch điện như ở hình 4.3.17:

$R_1 = R_4 = R_5 = 1\Omega$, $R_2 = R_3 = 2\Omega$, $U = 6V$.

Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và điện trở toàn mạch.



Hình 4.3.17

Bài giải:

Chiều dòng điện trong các đoạn mạch được quy ước như hình vẽ 4.3.17:

Chọn điện thế nút B bằng 0 ($V_B = 0$), suy ra $V_A - V_B = U = 6V$ và $V_A = 6V$.

Phương trình cường độ dòng điện tại nút C và nút D:

nút C: $\qquad I_1 = I_2 + I_5 \qquad (1)$

nút D: $\qquad I_3 + I_5 = I_4 \qquad (2)$

Phương trình cường độ dòng điện qua các đoạn mạch:

$$I_1 = \frac{V_A - V_C}{R_1} = \frac{6 - V_C}{1}\ ;\ I_2 = \frac{V_C - V_B}{R_2} = \frac{V_C}{2}$$

$$I_3 = \frac{V_A - V_D}{R_3} = \frac{6 - V_D}{2} \;;\; I_1 = \frac{V_D - V_B}{R_4} = \frac{V_D}{1}$$

$$I_1 = \frac{V_C - V_D}{R_5} = \frac{V_C - V_D}{1} \qquad (2$$

Thay các phương trình (2) vào phương trình (1) đồng thời quy đồng các mẫu số ta được:

$$5V_C - 2\,V_D = 12 \qquad (3$$

$$2V_C - 5V_D = -6$$

Giải hệ phương trình (3):

$$V_D = \frac{18}{7}V \;;\; V_C = \frac{24}{7}V$$

Thay các điện thế tính được vào các phương trình (2) ta được:

$$I_1 = \frac{18}{7}A \;;\; I_2 = \frac{12}{7}A \;;\; I_3 = \frac{12}{7}A \;;\; I_4 = \frac{18}{7}A \;;\; I_5 = \frac{6}{7}A$$

Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I = I_1 + I_3 = \frac{30}{7}\,A$$

Điện trở toàn mạch: $R = \frac{U}{I} = \frac{42}{30} = 1{,}4\ \Omega$

Ví dụ IV.3.19

Có mạch điện như ở hình 4.3.18:

$E_1 = 65\ V,\ E_2 = 39\ V,\ R_1 = 20\Omega,\ R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\Omega.$

Điện trở của các nguồn nhỏ không đáng kể.

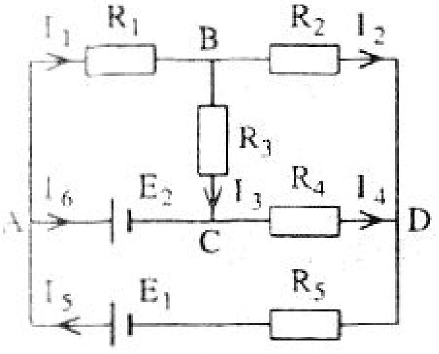
Tìm cường độ dòng điện trong các đoạn mạch

Bài giải:

Quy ước chiều dòng điện như ở hình 4.3.18:

Chọn điện thế nút C bằng 0 ($V_C = 0$), $V_A - V_C = E_2 = 39V$,suy ra $V_A = 39V$.

Phương trình cường độ dòng điện tại các nút B và D:



Hình 4.3.18

Nút B: $I_1 = I_2 + I_3$

Nút D: $I_2 + I_4 = I_5$ (1)

Phương trình cường độ dòng điện trong các đoạn mạch

$$I_1 = \frac{V_A - V_B}{R_1} = \frac{39 - V_B}{20} \;;\; I_2 = \frac{V_B - V_D}{R_2} = \frac{V_B - V_D}{10}$$

$$I_3 = \frac{V_B - V_C}{R_3} = \frac{V_B}{10} \;;\; I_4 = \frac{V_C - V_D}{R_4} = \frac{-V_D}{10}$$

$$I_5 = \frac{V_D - V_A + E_1}{R_5} = \frac{V_D + 26}{10} \qquad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta được hệ phương trình:

$$5V_B - 2V_D = 39 \qquad (3)$$

$$V_B - 3V_D = 26$$

Giải hệ phương trình (3) ta được:

$$V_B = 5V \;;\; V_D = -7V$$

Thay các điện thế tính được vào các phương trình (2) ta được:

$I_1 = 1{,}7$ A ; $I_2 = 1{,}2$ A ; $I_3 = 0{,}5$ A ; $I_4 = 0{,}7$ A ; $I_5 = 1{,}9$ A

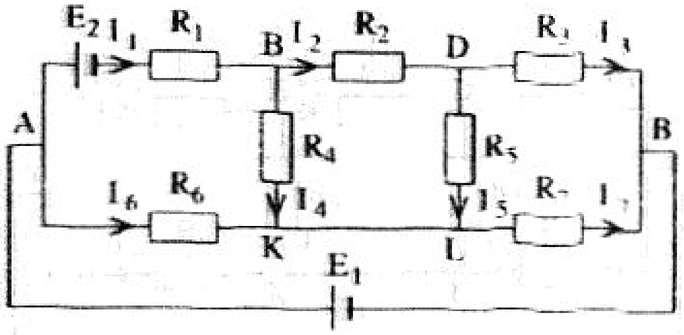
Cường độ I_6 qua nguồn E_2:

$$I_6 = I_4 - I_3 = 0{,}2 \text{ A}$$

Ví dụ IV.3.20

Có mạch điện như ở hình 4.3.19:

E_1 = 10V , E_2 = 30V, các điện trở đều bằng 1Ω, điện trở của các nguồn nhỏ không đáng kể. Tìm cường độ dòng điện trong các đoạn mạch.



Hình 4.3.19

Bài giải:

Chiều các dòng điện trong các đoạn mạch được quy ước nh ở hình vẽ 4.3.19.

Chọn điện thế tại nút B bằng 0, suy ra điện thế nút: V_A 10V Điện thế hai nút K và L bằng nhau ($V_K = V_L$): chập KL.

Phương trình cường độ dòng điện tại các nút:

Nút C: $I_1 = I_2 + I_4$; Nút D: $I_2 = I_3 + I_5$;

Nút KL: $I_4 + I_6 + I_5 = I_7$ (

Phương trình cường độ dòng điện trong các đoạn mạch :

$$I_1 = \frac{V_A - V_C + E_2}{R_1} = 40 - V_C \; ; \; I_2 = \frac{V_C - V_D}{R_2} = V_C - V_D$$

$$I_3 = \frac{V_D - V_B}{R_3} = V_D \;; \qquad I_4 = \frac{V_C - V_{KL}}{R_4} = V_C - V_{KL}$$

$$I_5 = \frac{V_D - V_{KL}}{R_5} = V_D - V_{KL} \;; \; I_6 = \frac{V_A - V_{KL}}{R_6} = 10 - V_{KL}$$

$$I_7 = \frac{V_{KL} - V_B}{R_7} = V_{KL} \qquad (2)$$

Thay (2) vào (1) và giải hệ phương trình ta được:

$$V_C = 20V \quad ; \quad V_D = 10V \quad ; \quad V_{KL} = 10V$$

Thay các điện thế tính được vào (2) ta được:

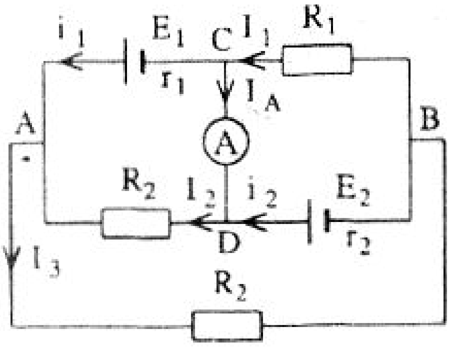
$$I_1 = 20\ A\ ; I_2 = I_3 = I_4 = I_7 = 10\ A\ ; I_5 = I_6 = 0$$

Ví dụ IV.3.21

Có mạch điện như hình 4.3.20:

$E_1 = 3,6V$, $E_2 = 2,4V$, $r_1 = r_2 \approx 0$, $r_1 = 12\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 10\Omega$.

Tìm cường độ dòng điện qua Ampe kế và qua mỗi nguồn. Ampe kế có điện trở nhỏ không đáng kể.



Hình 4.3.20

Bài giải:

Chiều và cường độ dòng điện được quy ước như hình vẽ 4.3.20.

tại nút C : $I_A = I_1 - i_1$ hay tại nút D : $I_A = I_2 - i_2$

Vì $R_A = 0$. Chập C với D.

Chọn $V_{CD} = 0$, suy ra:

$$V_{CD} - V_A = i_1r_1 - E_1 = -3{,}6V \Rightarrow V_A = 3{,}6V$$

$$V_B - V_{CD} = i_2r_2 - E_2 = -2{,}4V \Rightarrow V_B = -2{,}4V$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} = \frac{6}{10} = 0{,}6\,A$$

$$I_1 = \frac{V_A - V_{CD}}{R_1} = \frac{3{,}6}{12} = 0{,}3\,A \;;\; I_2 = \frac{V_B - V_{CD}}{R_2} = \frac{-2{,}4}{6} = 0{,}4\,A$$

$$i_1 = I_3 + I_1 = 0{,}6 + 0{,}3 = 0{,}9A\,,$$

$$i_2 = I_3 + I_2 = 0{,}6 - 0{,}4 = 0{,}2A$$

$$\Rightarrow I_A = I_1 - i_1 = 0{,}3 - 0{,}9 = -0{,}6A$$

hay $I_A = I_2 - i_2 = -0{,}4 - 0{,}2 = -0{,}6A$ (dấu trừ là I_A ngược chiều với hình 4.3.20)

Ví dụ IV.3.22

Có mạch điện như hình 4.3.21:

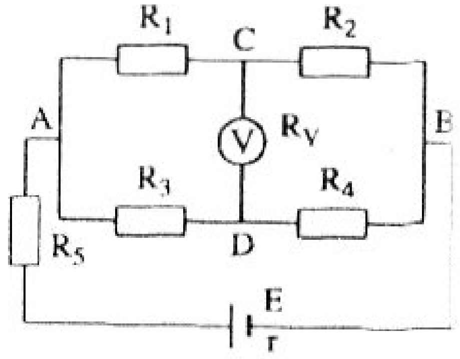
$R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = R_4 = 6\Omega$, $R_5 = 2\Omega$, $E = 21V$, $r = 1\Omega$, $R_v = \infty$.

Tìm số chỉ của Vôn kế.

Bài giải:

Vôn kế chỉ hoặc U_{CD} hoặc U_{DC} tùy theo hiệu điện thế nào có giá trị dương.

Vì Vôn kế có điện trở



Hình 4.3.21

rất lớn nên coi không có dòng điện qua nó và có thể bỏ nó đi. Khi đó mạch điện ngoài nguồn trở thành:

$$[(R_1 \text{ nt } R_2) // (R_3 \text{ nt } R_4)] \text{ nt } R_5$$

$$R = \frac{R_{12}R_{34}}{R_{12} + R_{34}} + R_5 = 6\Omega$$

Cường độ dòng điện ở mạch chính và các mạch rẽ:

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{21}{7} = 3A \;\; ; \;\; I_{12} = \frac{IR_{34}}{R_{12} + R_{34}} = 2A$$

$$I_{34} = I - I_{12} = 1A$$

$$V_A - V_C = I_{12}R_1 = 4V \qquad (1)$$

$$V_A - V_D = I_{34}R_3 = 6V \qquad (2)$$

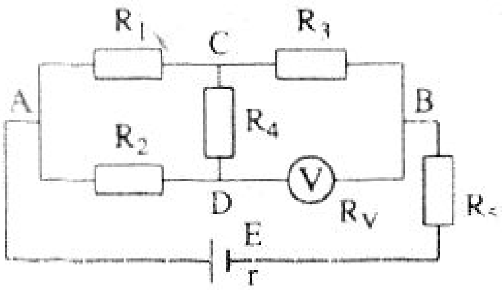
Trừ (1) cho (2) ta được: $V_D - V_C = 2V$.

Vậy Vôn kế chỉ $U_{DC} = 2V$.

Ví dụ IV.3.23

Có mạch điện như ở hình 4.3.22:

$R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = R_4 = 4\Omega$, $R_5 = \Omega$, $r = 2\Omega$, $E = 36V$, Von kế có điện trở rất lớn.



Hình 4.3.22

Hỏi Vôn kế chỉ bao nhiêu?

Bài giải:

Vôn kế chỉ U_{DB}.

Bỏ Vôn kế ta có mạch ngoài của nguồn:

$$[(R_2 \text{ nt } R_4) // R_1] \text{ nt } R_3 \text{ nt } R_5$$

Điện trở mạch ngoài:

$$R = \frac{R_{24}R_1}{R_{24} + R_1} + R_3 + R_5 = 10\,A$$

Cường độ dòng điện ở mạch chính và các mạch rẽ:

$$I = \frac{E}{R + r} = 3\,A \;\; ; \; I_{24} = \frac{IR_1}{R_{24} + R_1} = 2\,A$$

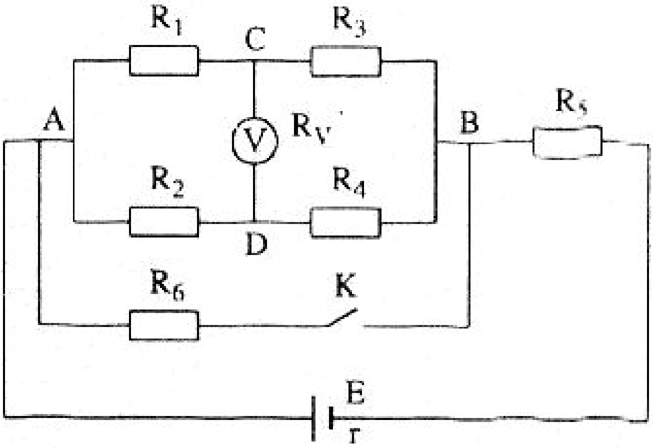
$$V_D - V_B = (V_D - V_C) + (V_C - V_B) = I_{24}R_4 + IR_5 = 20V$$

Vôn kế chỉ $U_{DB} = 20V$.

Ví dụ 4.3.24

Có mạch điện như hình 4.3.23:

$R_1 = R_4 = 1\Omega$, $R_2 = R_3 = 3\Omega$, $R_5 = 2{,}5\Omega$, $r = 0{,}5\Omega$. Vôn kế có điện trở rất lớn.



Hình 4.3.23

Khi K mở Vôn kế chỉ 1,2V, khi K đóng Vôn kế chỉ 0,75V. Tìm suất điện động của nguồn điện và điện trở R_6

Bài giải:

Vì điện trở Von kế rất lớn nên coi như không có dòng đện qua nó và có thể bỏ nó đi.

a. Khi K mở, mạch ngoài có sơ đồ:

$$[(R_1 \text{ nt } R_3) \mathbin{//} (R_2 \text{ nt } R_4)] \text{ nt } R_5$$

Điện trở mạch ngoài :

$$R = \frac{R_{13}R_{24}}{R_{13} + R_{24}} + R_5 = 4{,}5\Omega$$

Cường độ dòng điện ở mạch chính và ở các mạch rẽ:

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{E}{5} \;;\; I_{13} = I_{24} = \frac{I}{2} = \frac{E}{10}$$

$$V_A - V_C = I_{13}R_1 = \frac{E}{10} \text{ và } V_A - V_C = I_{24}R_2 = \frac{3E}{10}$$

Cộng đại số hai phương trình :

$$V_C - V_D = \frac{2E}{10} = 1{,}2V$$

Suy ra: $E = 6V$

b. Khi K đóng, mạch ngoài sơ đồ:

$\{[(R_1 \text{ nt } R_3) \mathbin{//} (R_2 \text{ nt } R_4)] \mathbin{//} R_6\} \text{ nt } R_5$

Tổng điện trở ngoài và điện trở trong:

$$R + r + R_5 = \frac{2R_6}{2 + R_6} + 3 = \frac{5R_6 + 6}{2 + R_6}$$

Cường độ dòng điện mạch ngoài và ở các mạch rẽ:

$$I = \frac{6\,(2 + R_6)}{5R_6 + 6}$$

Hiệu điện thế hai đầu mạch song song:

$$U_{//} = I\,\frac{2R_6}{2 + R_6} = \frac{12R_6}{5R_6 + 6}$$

$$I_{13} = I_{24} = \frac{U_{//}}{R_{24}} = \frac{3R_6}{5R_6 + 6}$$

$$V_A - V_C = I_{13}R_1 = \frac{3R_6}{5R_6 + 6}$$

$$V_A - V_D = I_{24}R_2 = \frac{9R_6}{5R_6 + 6}$$

$$V_C - V_D = \frac{6R_6}{5R_6 + 6} = 0,75$$

$$\Rightarrow \quad 6R_6 = 3,75R_6 + 4,5$$

$$\Rightarrow \quad R_6 = \frac{4,5}{2,25} = 2\Omega$$

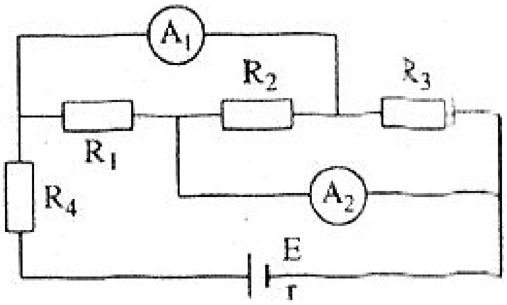
MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán IV.3.1

Có mạch điện như hình 4.3.24:

$R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 3\Omega$, $r = 1\Omega$, $E = 18V$, $r = 1\Omega$, các $R_a = 0$.

Tìm số chỉ của các Ampe kế.



Hình 4.3.24

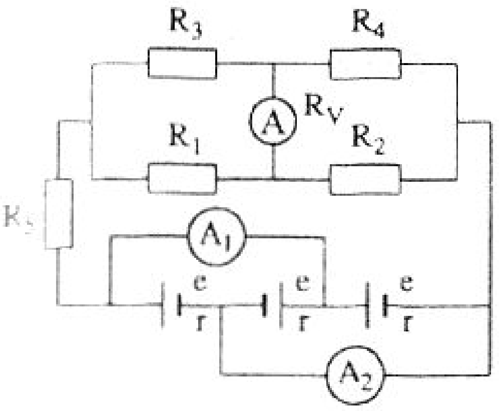
Đáp số: $I_{A1} = 2,5A$, $I_{A2} = 2A$ $I_A = 3A$

Bài toán IV.3.2

Có một mạch điện như ở hình 4.3.25:

$R_1 = R_3 = 4\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_4 = 3\Omega$, $R_5 = 2\Omega$, các $R_v = 0$. Các nguồn giống nhau cùng có suất điện động $e = 21V$ và điện trở trong $r = 3\Omega$. Các $R_A = 0$

Các Ampe kế chỉ bao nhiêu?


R₃
R₄
A
R_V
R₁
R₂
R₅
A₁
e
r
e
r
e
r
A₂

Hình 4.3.25

Đáp số: $I_{A1} = I_{A2} = 2A$; $I_A = 0,5A$

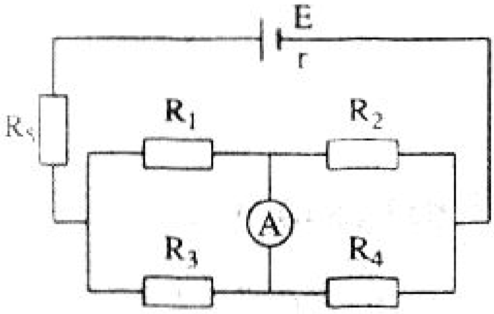
Bài toán IV.3.3

Có mạch điện như ở hình 4.3.26:

$R_1 = R_3 = 8\Omega$, $R_4 = 6\Omega$, $R_5 = 3\Omega$, $r = 1\Omega$, $E = 36V$, $R_A = 0$.

Dòng điện qua Ampe kế có chiều như hình vẽ và có cường độ 0,5A.

Tìm R_2.


E
r
R₅
R₁
R₂
A
R₃
R₄

Hình 4.3.26

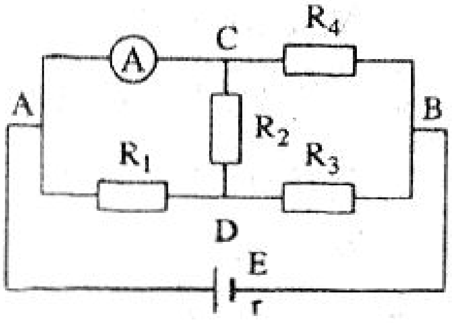
Đáp số: $R_2 = 12\Omega$

Bài toán IV.3.4

Có mạch điện như hình 4.3.27:

$R_1 = R_2 = R_3 = 40\Omega$, $R_4 = 30\Omega$, $r = 10\Omega$, $R_A = 0$

Ampe kế chỉ 0,5 A.


R₄
A
C
A
B
R₂
R₁
R₃
D
E
r

Hình 4.3.27

1. Tìm suất điện động của nguồn điện.

2. Nếu đổi chỗ nguồn điện và Ampe kế thì Ampe kế chỉ bao nhiêu?

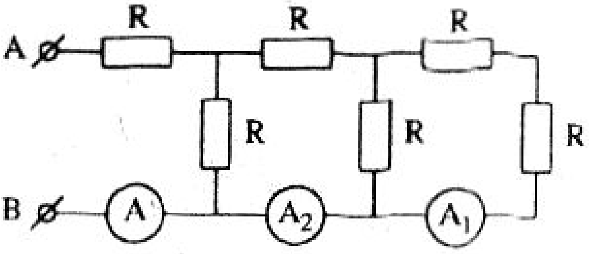
Đáp số: E = 18V ; I_A = 0,5A

Bài toán IV.3.5

Có mạch điện như hình 4.3.28:

Các Ampe kế giống nhau. Ampe kế A_1 chỉ 0,2A, Ampe kế A_2 chỉ 0,8A.

Tìm chỉ số của Ampe kế A.



Hình 4.3.28

Đáp số: 2,2A

Bài toán IV.3.6

Có mạch điện như hình vẽ 4.3.29

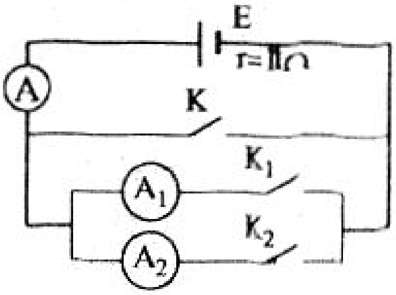
1. Khi ngắt K mở:

- Nếu ngắt K_1 đóng,ngắt K_2 mở Vôn kế chỉ 60/7 V và Ampe kế A_1 chỉ 6/7 A

- Nếu ngắt K_1 mở ngắt K_2 đóng Vôn kế chỉ 9,6 V

- Nếu cả hai ngắt K_1 và K_2 đều đóng Vôn kế chỉ 10V, Ampe kế A_1 chỉ 1/3 A

Tìm điện trở của các dụng cụ đo điện



Hình 4.3.29

2. Nếu cả ba ngắt đều đóng các dụng cụ chỉ bao nhiêu?

Hướng dẫn:

1. K mở:

- K_1 đóng K_2 mở:

Cường độ dòng điện qua Ampe kế A_1 cũng là cường độ dòng điện qua Vôn kế nên suy ra ngay điện trở vôn kế là $R_V = 10\Omega$.

- K_1 và K_2 đều đóng Vôn kế chỉ 10V nên cường độ dòng điện trong mạch bằng 1 A, cường độ dòng điện qua Ampe kế $A_2 = 2/3A$. Từ đó suy ra điện trở của các Ampe kế:

$R_{A1} = 2\,R_{A2}$

- Ngoài ra ở hai trường hợp đầu:

$$\frac{10E}{11 + 2R_{A2}} = \frac{60}{7} \qquad (1)$$

và

$$\frac{10E}{11 + R_{A2}} = 9{,}6 \qquad (2)$$

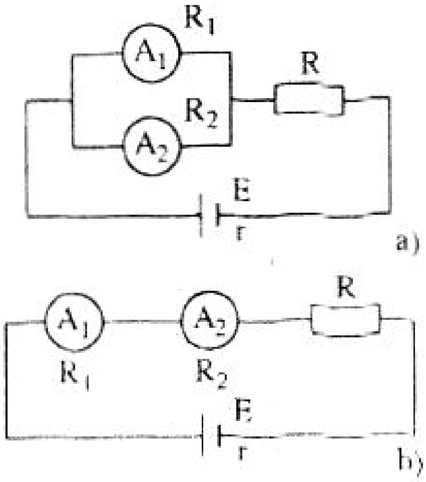
Giải kết hợp (1) và (2) được : $R_{A1} = 3\Omega$ và $R_{A2} = 1{,}5\Omega, E = 12V$

2. Cả 3 ngắt đều đóng: không có dòng điện qua các Ampe kế vì chúng bị nối đoản mạch. Khi đó Vôn kế chỉ 10,9V

Bài toán IV.3.7

Nếu mắc một điện trở R nối tiếp với một mạch song song gồm hai Ampe kế A_1 và A_2 vào hai cực một nguồn điện thì A_1 chỉ $I_1 = 2$ A , A_2 chỉ $I_2 = 3$ A. Nếu chuyển hai Ampe kế thành nối tiếp thì chúng đều chỉ I = 4A. Hỏi nếu chỉ mắc riêng điện trở R vào hai cực nguồn điện này thì cường độ dòng điện bằng bao nhiêu?

Bài giải:



Hình 4.3.30

Gọi R_1 và R_2 là điện trở của hai Ampe kế.

$I_1R_1 = I_2R_2 \Rightarrow R_1 = 1,5\,R_2$

Dùng phương trình (hình 4.3.30a).

$$(R_n + r)\,I = E$$

để lập hệ phương trình:

Khi hai Ampe kế mắc song song:

$$\left(R + r + \frac{1,5R_2}{2,5}\right)5 = E \qquad (1)$$

Khi hai Ampe kế mắc nối tiếp:

$$(R + r + 2,5\,R_2)4 = E \qquad (2)$$

Khi chỉ có điện trở R:

$$(R + r)\,I = E \qquad (3)$$

Phối hợp (1) với (3), (2) với (3), (1) với (2) ta được:

$$\frac{1,5R_2}{2,5} = \frac{E}{5} - \frac{E}{I} \qquad (4)$$

$$2,5R_2 = \frac{E}{4} - \frac{E}{I} \qquad (5)$$

Chia (4) cho (5) :

$$\frac{1,5}{6,25} = \frac{(I-5)4}{(I-4)5}$$

$$\Leftrightarrow \quad 7{,}5\,I - 30 = 25I - 125$$

$$\Rightarrow \quad I = 5.43A$$

Bài toán IV.3.8

Xác định suất điện động của nguồn điện biết rằng khi tăng điện trở mạch ngoài lên n lần thì hiệu điện thế mạch ngoài tăng từ U_1 đến U_2.

Hướng dẫn:

Dùng công thức:

$$U_n = \frac{ER}{R + r}$$

để lập hệ phương trình

Đáp số: $E = \dfrac{U_1 U_2 (n - 1)}{nU_1 - U_2}$

Bài toán IV.3.9

Nếu mắc một điện trở $R_1 = 4\Omega$ vào hai cực một nguồn điện thì dòng điện trong mạch là $I_1 = 0{,}2A$, nếu thay R_1 bằng $R_2 = 7\Omega$ thì cường độ là $I_2 = 0{,}14A$. Tìm cường độ dòng điện trong mạch khi nối đoản mạch nguồn.

Đáp số: $I_{dm} = 0{,}47A$

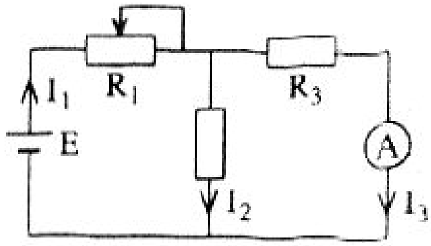
Bài toán IV.3.10

Nếu lần lượt mắc điện trở $R_1 = 1\Omega$ rồi $R_2 = 2\Omega$ vào hai cực nguồn điện thì hiệu điện thế hai cực nguồn lần lượt là $U_1 = 2V$ và $U_2 = 2{,}4V$. Tìm điện trở trong của nguồn điện.

Đáp số: $r = 0{,}5\Omega$

Bài toán IV.3.11

Có một mạch điện như hình vẽ 4.3.31:điện trở trong của nguồn điện và của Ampe kế nhỏ không đáng kể.



Hình 4.3.31

1. Chứng minh rằng khi đổi chỗ nguồn điện và Ampe kế cho nhau thì số chỉ của Ampe kế không đổi.

2. Cho $R_1 = R_2 = R_3 = 4\Omega$, $E = 1{,}2V$. *Chứng minh rằng khi tăng* R_1 *thêm một lượng* $\Delta R_1 = 1{,}5\Omega$ *thì độ biến thiên của cường độ* I_1 *được tính theo công thức:*

$$\Delta I_1 = \frac{I_1^2 \Delta R_1}{E + I_1 \Delta R_1}$$

và độ biến thiên của cường độ I_2 *được tính theo công thức:*

$$\Delta I_2 = \frac{I_1 I_2 \Delta R_1}{E + I_1 \Delta R_1}$$

Với I_1 *và* I_2 *là cường độ dòng điện trước khi tăng* R_2

Bài toán IV.3.12

Có mạch điện như hình 4.3.32: Các Ampe kế giống nhau. Ampe kế A_1 *chỉ 0,8A ,Ampe kế* A_2 *chỉ 0,2A. Hỏi Ampe kế A chỉ bao nhiêu?*

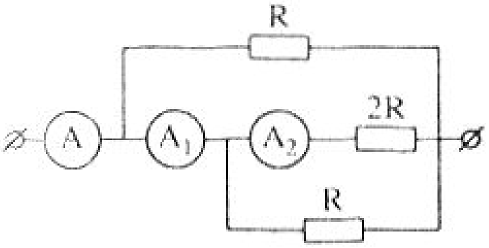
Hướng dẫn:

$$I_{A2} = \frac{I_{A1}R}{3R + R_A} \rightarrow 0{,}2 = \frac{0{,}8R}{3R + R_A}$$

$R = R_A$

Điện trở mạch ABCD $= \frac{3R}{4} + R = \frac{7R}{4}$

$$I_{A1} = \frac{IR}{\frac{7R}{4} + R} = \frac{4I}{11} = 0,8$$



Hình 4.3.32

Suy ra : $I = 2,2A$

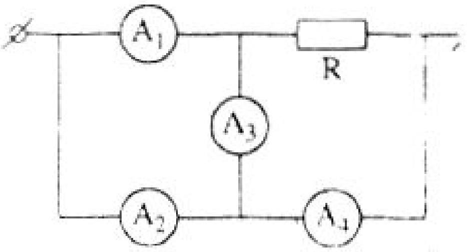
Bài toán IV.3.13

Có mạch điện như hình 4.3.33

Các Ampe kế có điện trở như nhau. Ampe kế A_1 chỉ 3A.Ampe kế A_2 chỉ 4A

1. Hỏi các Ampe kế khác chỉ bao nhiêu?

2. Tìm tỷ số R_A/R.



Hình 4.3.33

Hướng dẫn:

1. Với chiều dòng điện như hình vẽ ta có:

$$V_A - V_B = I_1R_A = 3\ R_A \quad (1)$$

$$V_A - V_D = I_2R_A = 4\ R_A \quad (2)$$

Trừ (1) cho (2): $V_D - B_B = R_A = I_3R_A \rightarrow I_3 = 1\ A$

Tại nút D : $I_4 = I_2 + I_3 = 5\ A$

Tại nút B : $I_R = I_1 - I_3 = 2\ A$

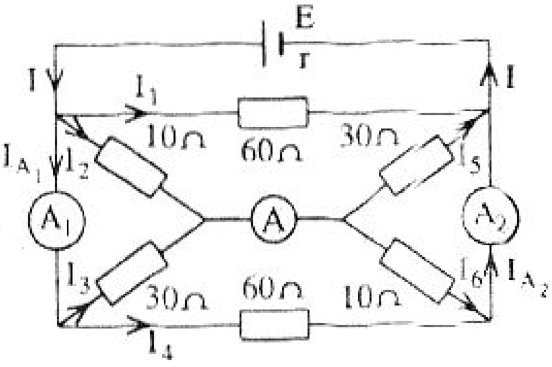
2. Tỷ số $R_A/ R = 1/3$

Bài toán IV.3.14

Có mạch điện như hình 4.3.34

Các điện trở giống nhau E = 18V, r = 5Ω, các $R_A = 0$

Xác định số chỉ của mỗi Ampe kế


E
r
I
I
I_1
10Ω
60Ω
30Ω
I_{A_1}
I_2
A_1
A
A_2
I_5
I_3
30Ω
60Ω
10Ω
I_6
I_{A_2}
I_4

Hình 4.3.34

Hướng dẫn:

Với chiều dòng điện như hình vẽ:

$$I_{A1} = I - I_2 - I_1$$

$$I_{A2} = I - I_1 - I_5$$

$$I_A = I_2 + I_3 = I_5 + I_6$$

Mạch điện được vẽ lại như hình 4.3.35

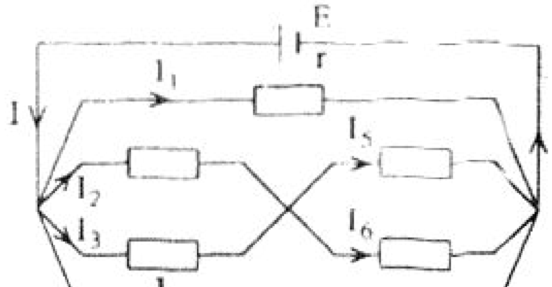
Điện trở mạch ngoài nguồn điện: R = 12Ω

Cường độ mạch chính: I = 1, 2A

Cường độ dòng điện qua các điện trở:

$I_1 = I_4 = 0,2A$, $I_2 = I_6 = 0,6A$, $I_3 = I_5 = 0,2A$

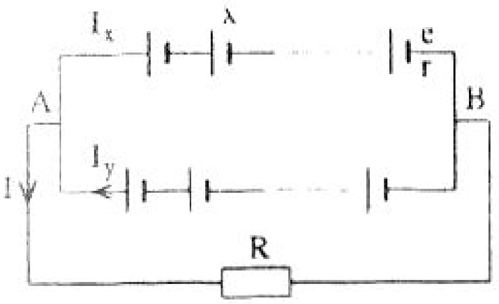
Suy ra: $I_{A1} = 0,4A$, $I_{A2} = 0,8A$, $I_A = 0,8A$


E
r
I
I_1
I_5
I_2
I_3
I_6
I_4

Hình 4.3.35

Bài toán IV.3.15

Có 16 nguồn điện giống nhau, mỗi nguồn có suất điện động e = 2V và điện trở trong r = 1Ω được mắc thành một bộ gồm hai *hàng song song, một hàng gồm x nguồn nối tiếp và một hàng gồm y nguồn nối tiếp. Nếu nối bộ nguồn với mạch ngoài có điện trở 15Ω thì thấy không có dòng điện qua hàng chứa x nguồn. Tìm x và y.*



Hình 4.3.36

Bài giải:

Mạch điện được vẽ ở hình 4.3.36:

Khi $I_x = 0$: $U_{AB} = xe - I_x xr \Rightarrow U_{AB} = 2x$

Cường độ dòng điện qua R:

$$I = \frac{2x}{R} = \frac{2x}{15}$$

Mặt khác, bỏ hàng chứa x nguồn ta có mạch kín gồm y nguồn mắc nối tiếp:

$$I = \frac{ye}{R + yr} = \frac{2y}{15 + y}$$

với: $x + y = 16$

$$\frac{2(16 - x)}{15 + (16 - x)} = \frac{2x}{15}$$

$$\Leftrightarrow 240 - 15x = 15x + 16x - x^2$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 46x + 240 = 0$$

$x = 40$ (loại)

$x = 6$

Vậy: $x = 6$ và $y = 10$

Bài toán IV.3.16

Có một số nguồn điện giống nhau. Nếu lấy một nguồn rồi mắc vào hai cực nguồn một điện trở 3Ω thì thấy hiệu điện thế hai cực nguồn bằng 1,5V, nếu thay điện trở này bằng một điện trở 5Ω thì thấy dòng điện trong mạch có cường độ bằng 1/3A.

1. Tìm suất điện động của nguồn điện.

2. Dùng một số nào đó các nguồn trên mắc thành một bộ hỗn tạp. Nếu mắc vào hai cực bộ một Vôn kế có điện trở rất lớn thì thấy Vôn kế chỉ 12V. Thay Vôn kế bằng một Ampe kế có điện trở nhỏ không đáng kể thì thấy Ampe kế chỉ 6A. Hỏi đã dùng bao nhiêu nguồn và các nguồn được mắc như thế nào?

3. Dùng 16 nguồn trên mắc thành 2 hàng song song, một hàng gồm x nguồn nối tiếp và một hàng gồm y nguồn nối tiếp. Nếu mắc vào hai cực bộ nguồn một Vôn kế có điện trở rất lớn thì thấy Vôn kế chỉ 12V. Tìm x và y.

Bài giải:

1. Dùng các phương trình:

$$U_n = \frac{R_e}{R + r} \Rightarrow 1{,}5 = \frac{3e}{3 + r}$$

$$I = \frac{e}{R + r} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{e}{5 + r}$$

Giải ra ta được: $e = 2V$, $r = 1\Omega$

2. Vì Vôn kế có điện trở rất lớn nên số chỉ của Von kế cho biết suất điện động của bộ nguồn:

$$E_b = 12V$$

mặt khác: $E_b = pe = 2p = 12$ suy ra : $p = 6$

Vì Ampe kế có $R_a = 0$ nên:

$$I = \frac{E_b}{r_b} \Rightarrow 6 = \frac{12}{r_b} \quad \text{suy ra: } r_b = 2$$

mặt khác: $$r_b = \frac{pr}{q} \Rightarrow 2 = \frac{6.1}{q} \quad \text{suy ra: } q = 3$$

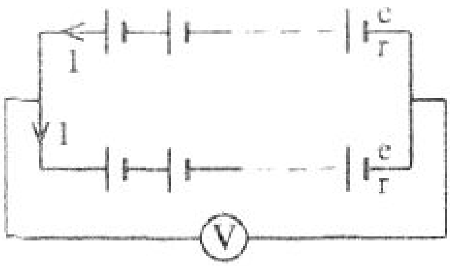
Vậy đã dùng 18 nguồn mắc thành 3 hàng song song, mỗi hàng gồm 6 nguồn nối tiếp.

3. Vì Vôn kế có điện trở rất lớn nên có thể coi x nguồn mắc ngược cực với y nguồn thành một mạch kín.Giả thiết x > y: (hình 4.6.5)

$$I = \frac{xe - ye}{xr + yr} = \frac{2(x - y)}{x + y} = \frac{2(x - y)}{16}.$$

Hiệu điện thế hai đầu hàng chứa x nguồn:

$$U_n = xe - xrI = 2x - x\frac{2(x - y)}{16} = 12$$



Hình 4.3.37

$16x - x^2 + xy = 96$ (1)

$x + y = 16$ (2)

Giải hệ phương trình ta được: x = 4 và x = 12

Chọn x = 12 và y = 4.

Bài toán IV.3.17

Có n nguồn điện giống nhau cùng suất điện động e và điện trở trong r.

1. Mắc n nguồn thành một bộ song song đơn giản. Tìm cường độ dòng điện qua từng nguồn.

2. Trong cách mắc trên nếu trong n nguồn ta mắc ngược cực m nguồn thì hiệu điện thế ở hai cực bộ nguồn mới này bằng bao nhiêu? Với số nguồn m bằng bao nhiêu thì hiệu điện thế đó bằng 0.

3. Mắc n nguồn điện trên thành một bộ nối tiếp đơn giản rồi mắc với mạch ngoài có điện trở R không đổi. Nếu cứ p nguồn (p là ước số chẵn của n) của bộ nguồn này mắc ngược cực lại một nguồn thì cường độ dòng điện trong mạch giảm đi x lần. Lập hàm số biểu diễn sự phụ thuộc của p vào x. Với $x = 2$ thì p bằng bao nhiêu?

4. Mắc n nguồn trên thành một bộ hỗn hợp đơn giản rồi mắc với mạch ngoài có điện trở $R = 5\Omega$. Nếu mỗi nguồn có suất điện động $e = 2V$ và điện trở trong $r = 0{,}5\Omega$ thì với số nguồn n tối thiểu phải bằng bao nhiêu để cường độ dòng điện ở mạch ngoài là $I = 8A$.

5. Dùng số nguồn đã tính được ở câu hỏi 4 mắc thành 3 hàng song song: một hàng gồm x nguồn nối tiếp, một hàng gồm y nguồn nối tiếp và một hàng gồm z nguồn nối tiếp rồi mắc với mạch ngoài có điện trở $R = 12{,}5\Omega$. Nếu ở hàng chứa y nguồn mắc ngược cực lại 10 nguồn thì thấy không có dòng điện qua hàng này cũng như qua hàng chứa x nguồn. Tìm x, y và z.

Hướng dẫn:

1.Coi như bộ nguồn song song để mạch hở $R = \infty$:

$$I = \frac{e}{\infty + \frac{r}{n}} = 0\ ;\ i = \frac{I}{n} = 0\,.$$

2. Có thể coi như (n - m) nguồn song song mắc nối tiếp với m nguồn song song thành mạch kín:

$$I = \frac{e + e}{\frac{r}{n - m} + \frac{r}{m}} = \frac{2em\,(n - m)}{nr}$$

$$\Rightarrow U_{2cực} = e - I\,\frac{r}{m} = e - \frac{2em(n - m)}{nr}\,\frac{r}{m}$$

$$\Leftrightarrow U_{2cực} = e\,\frac{2m - n}{n}$$

Khi $U_{2\,cực} = 0$ thì $m = \frac{n}{2}$

3. Khi mắc n nguồn nối tiếp thì cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{ne}{R + nr}$$

Số nguồn mắc ngược cực là $\frac{n}{p}$, số nguồn mắc thuận cực là $n - \frac{n}{p}$ và cường độ dòng điện trong mạch:

$$I' = \frac{\left(n - \frac{n}{p}\right)e - \left(\frac{n}{p}\right)e}{R + nr} = \frac{\left(n - \frac{2n}{p}\right)e}{R + nr}$$

Tỷ số: $$\frac{I}{I'} = \frac{n}{n - \frac{2n}{p}} = \frac{p}{p-2} = x$$

Rút ra: $$p = \frac{2x}{x-1}$$

Với $x = 2$ thì $p = 4$

4. Khi mắc n nguồn thành bộ hỗn hợp đơn giản thì cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{ne}{qR + pr} \Rightarrow 8 = \frac{2n}{5q + \frac{nr}{q}}$$

$$\Leftrightarrow 20q^2 - nq + 2n = 0$$

$$\Delta' = n^2 - 160\,n \geq 0 \quad \Leftrightarrow \quad n \geq 160$$

suy ra n nhỏ nhất bằng 160

5. $$x + y + z = 160 \qquad (1)$$

Suất điện động của hàng chứa x nguồn là $xe = 2x$

Suất điện động của hàng chứa y nguồn là $(y - 20)\,e = 2(y - 20)$

Suất điện động của hàng chứa z nguồn là $ze = 2z$

Vì $I_x = 0$ và $I_y = 0$ nên hiệu điện thế U ở hai cực bộ bằng suất điện động của hai hàng này:

Mặt khác $$I = \frac{ze}{R + zr} = \frac{2z}{12,5 + 0,5z} = \frac{2x}{12,5} = \frac{2(y-20)}{12,5}$$

Suy ra : $$y = x + 40 \quad \text{và} \quad z = \frac{12,5x}{12,5 - 0,5x}$$

Thay vào phương trình (1) ta được:

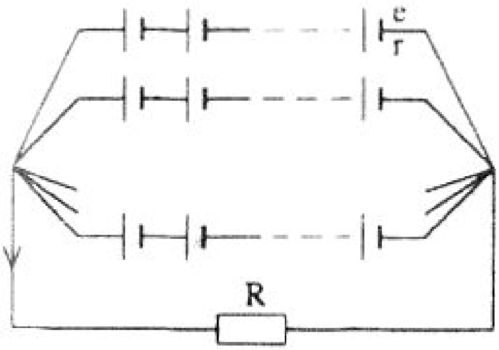
$$x + x + 40 + \frac{12,5x}{12,5 - 0,5x} = 160$$

$$x^2 - 107,5x + 1750 = 0$$

$$\Rightarrow x = 20 \quad ; \quad y = 40 \quad ; \quad z = 100$$

Bài toán IV.3.18

Có n nguồn điện giống nhau cùng suất điện động e, cùng điện trở trong r được mắc thành q hàng song song mỗi hàng gồm p nguồn nối tiếp rồi nối với mạch ngoài có điện trở R (hình 4.3.38). Tìm p và q để cường độ mạch ngoài cực đại. Tìm cường độ đó.



Hình 4.3.38

Hướng dẫn:

Dùng công thức:

$$I = \frac{ne}{qR + pr}$$

Thay $p = \frac{n}{q}$

Nếu dùng bất đẳng thức Cauchy thì để:

$$I = \frac{ne}{qR + \frac{nr}{q}}$$

Nếu dùng điều kiện có nghiệm của phương trình bậc hai thì đổi thành:

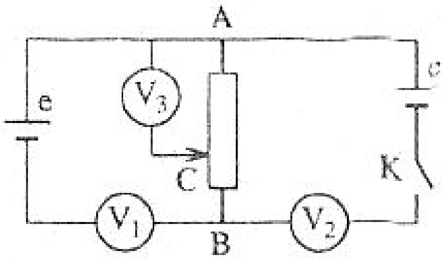
$$IRq^2 - neq + nrI = 0$$

Đáp số: $q = \sqrt{\frac{nr}{R}}$ và $p = \sqrt{\frac{nr}{r}}$, $I_{max} = \frac{e}{2}\sqrt{\frac{n}{Rr}}$

Bài toán IV.3.19

Có mạch điện như hình 4.3.39:

Các vôn kế giống nhau và cùng có điện trở 600Ω, hai nguồn điện giống nhau và có điện trở trong không đáng kể.



Hình 4.3.39

1. Khi khoá K mở và con chạy C chia biến trở AB thành hai đoạn $R_{AC} = 0{,}6\ R_{AB}$ thì vôn kế V_1 chỉ 14,4 V và vôn kế V_3 chỉ 4,8V. Tìm R_{AB} và suất điện động e của mỗi nguồn điện.

2. Nếu di chuyển con chạy C để tăng R_{AC} thì chỉ số các vôn kế V_1 và V_3 biến đổi như thế nào?

3. Đóng khoá K và để con chạy C sao cho $R_{AC} = 0{,}8\ R_{AB}$. Tìm số chỉ các vôn kế V_1, V_2 và V_3.

Hướng dẫn:

1. Tìm cường độ dòng điện qua V_1 bằng 0,024A, qua V_3 bằng 0,008A, qua R_{AC} bằng 0,016A suy ra R_{AC} = 300Ω và R_{AB} = 500.

Điện trở toàn mạch ngoài nguồn bằng 1000Ω suy ra e = 24V

2. Lập luận như bài giải của ví dụ IV.3.4.

3. Coi như mạch gồm hai nguồn điện cùng có suất điện động $e = 24V$, điện trở trong $r = 600\Omega$ mắc song song và có điện trở mạch ngoài $R = 340\Omega$.

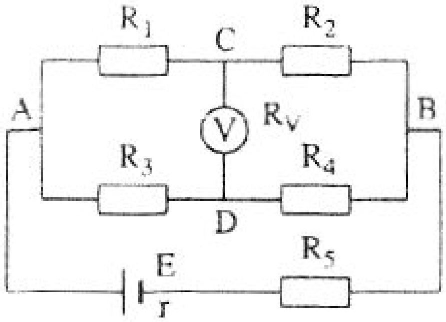
Bài toán IV.3.20

Có mạch điện như hình vẽ 4.3.40:

$R_1 = R_4 = 6\Omega$, $R_2 = R_3 = 3\Omega$, $R_5 = 2\Omega$.

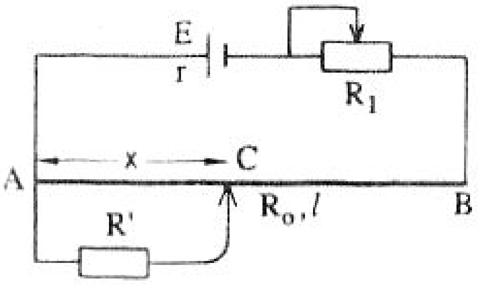
Ampe kế (có $R_A = 0$) chỉ 1 A. Thay ampe kế bằng vôn kế có R_V rất lớn ,vôn kế chỉ 4,2V.

1. Tìm suất điện động và điện trở trong của nguồn điện.



Hình 4.3.40

2. Dùng riêng nguồn điện. Mắc vào hai cực nguồn một mạch nối tiếp gồm một biến trở điện trở R_1 biến thiên từ 0 đến 50Ω và một dây AB đồng chất, tiết diện đều có chiều dài L và có điện trở R_0 (đầu A nối với cực dương của nguồn điện). Mắc một đầu điện trở R' vào đầu A còn một đầu với con chạy C trượt được dọc theo sợi dây AB (hình 4.3.41).



Hình 4.3.41

Gọi x là chiều dài đoạn dây từ A đến con chạy C, lập hàm số biểu thị sự phụ thuộc của hiệu điện thế hai đầu điện trở R' vào x. Phân tích trường hợp $R' >> R_0$.

3. Dây AB có chiều dài L = 1m, điện trở $R_0 = 5\Omega$ và tiết diện $S = 0,2mm^2$. Tìm điện trở suất của hợp kim làm dây.

4. Thay điện trở R′ bằng một đoạn mạch nối tiếp gồm một điện kế G và một pin P_1 cần xác định suất điện động e_1 rồi dịch con chạy C thì thấy khi nó ở vị trí C_1 với $AC_1 = 72cm$ kim G chỉ số 0. Thay pin P_1 bằng pin P_2 có suất điện động $e_2 = 1,08V$ thì thấy khi con chạy C ở vị trí C_2 có $AC_2 = 54cm$ kim điện kế lại chỉ số 0. Tìm suất điện động e_1 của pin P_1.

5. Tìm R_1 ở câu hỏi 4.

Hướng dẫn:

1. Dùng phương pháp giải bài toán về cường độ dòng điện trong một đoạn mạch có điện trở nhỏ không đáng kể và bài toán về hiệu điện thế hai đầu một mạch phức tạp để lập hệ hai phương trình hai ẩn số, từ đó rút ra : e = 21V và r = 1Ω

2. Điện trở của đoạn x bằng:

$$R_x = \frac{R_o x}{L}$$

Tổng điện trở ngoài và điện trở trong:

$$R + r = \frac{R' R_x}{R' + R_x} + R_o - R_x + R_1 + r$$

$$R + r = \frac{-R_o x^2 + (R_o + R_1 + r) R_o L x + R' L^2 (R_o + R_1 + r)}{R' + \dfrac{R_o x}{L}}$$

$$U_{AC} = IR_{//} = \frac{E R' R_o L x}{-R_o x^2 + (R_o + R_1 + r) R_o L x + R' L^2 (R_o + R_1 + r)}$$

Khi R' ≥ R_0 thì coi như: $\frac{R_0}{R'} = 0$

ta được: $$U_{AC} = \frac{ER_0x}{L(R_0 + R_1 + r)}$$

3. Từ công thức: $R_0 = \rho\frac{L}{S}$

tính được: $$\rho = 10^{-6}\Omega m$$

4. Vì không có dòng điện qua điện kế G nên $U_{AC} = e$

$$e_1 = U_{AC1} = I\rho\frac{AC_1}{S} \quad (1)$$

và $$e_2 = U_{AC2} = I\rho\frac{AC_2}{S} \quad (2)$$

Chia (1) cho (2) và thay số ta được: $e_2 = 1{,}44V$

5. Thay I:

$$I = \frac{e}{R_1 + R_0 + r}$$

vào các phương trình (1) và (2) và giải ta được: $R_1 = 46{,}5\Omega$

Bài toán IV.3.21

Một nguồn điện được khép kín mạch nhờ một điện trở R nào đó. Nếu mắc xen vào mạch hai ampe kế mắc song song thì chúng chỉ $I_1 = 2A$ *và* $I_2 = 2{,}5A$. *Nếu mắc hai ampe kế nối tiếp thì chúng chỉ 4A. Tìm cường độ dòng điện trong mạch khi không mắc các ampe kế.*

Hướng dẫn:

Mối quan hệ giữa các điện trở của các ampe kế:

$$2R_1 = 2{,}5R_2 \qquad \text{hay} \qquad R_1 = 1{,}25R_2$$

Khi hai ampe kế mắc song song:

$$I_{//} = I_1 + I_2 = \frac{E}{\dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2} + R + r} = 4{,}5$$

Khi hai ampe kế mắc nối tiếp:

$$I_{nt} = \frac{E}{R_1 + R_2 + R + r}$$

Khi không có các ampe kế:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Giải hệ phương trình rút ra: $I = \dfrac{61}{13}A$

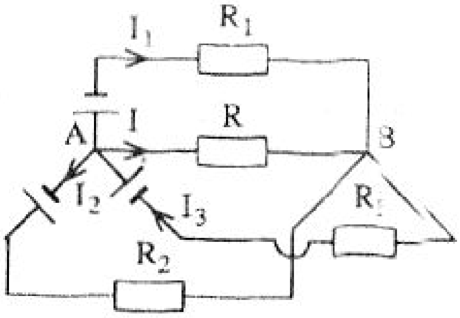
Bài toán IV.3.22

Có mạch điện như hình vẽ 4.3.42:

$e_1 = 6V$, $e_2 = 8V$, $e_3 = 10V$, $r_1 = 1\Omega$, $r_2 = 2\Omega$, $r_3 = 1\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$.

Tìm cường độ dòng điện trong các đoạn mạch trong các trường hợp sau:

1. $R = 4\Omega$ 2. $R = 0$



Hinh 4.3.42

Đáp số: 1. $I_1 = -1{,}6A$, $I_2 = 2{,}7A$, $I_3 = 1{,}8A$, $I = 0{,}7A$

2. $I_1 = -3A$, $I_2 = 2A$, $I_3 = 2.5A$, $I = 3.5A$

Bài toán 4.3.23

Nguồn $E_1 = 15V$ cung cấp ra mạch ngoài một dòng điện có ường độ $I = 1A$. Muốn tăng cường độ dòng điện này người ta ùng thêm nguồn $E_2 = 10V$ nhưng nhận thấy rằng dù mắc hai guồn song song hay nối tiếp cường độ dòng điện ở mạch ngoài ẫn chỉ bằng 1A. Tìm điện trở trong r_1, r_2 của các nguồn và điện ở mạch ngoài R.

Hướng dẫn:

Sử dụng các công thức sau:

$$I = \frac{E_1}{R + r_1} \ , \ I = \frac{E_1 + E_2}{R + r_1 + r_2} \ , \ I = \frac{E_{12}}{R + r_{12}}$$

ới

$$r_{12} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \quad \text{và} \quad E_{12} = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 + r_2}$$

Thay các giá trị của E_1, E_2 và I vào các phương trình trên à giải hệ phương trình ta rút ra các đáp số sau:

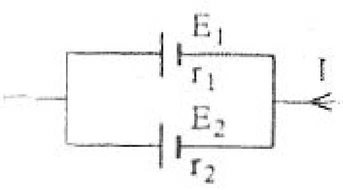
$r_1 = 5\Omega$; $r_2 = 10\Omega$, $R = 10\Omega$

Bài toán IV.3.24

Có mạch điện ở hình .3.43:

$E_1 = 10V$, $E_2 = 12V$, $r_1 =$ Ω , $r_2 = 4\Omega$

Cường độ mạch chính $I = 3A$



Hình 4.3.43

Tìm cường độ dòng điện qua từng nguồn

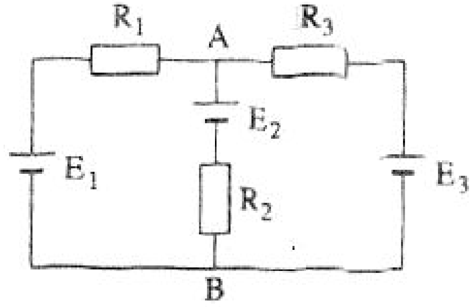
Đáp số: $I_1 = 2A$, $I_2 = 1A$

Bài toán IV.3.25

Có mạch điện như ở hình 4.3.44:

Điện trở trong của các nguồn nhỏ không đáng kể

1. Cho $E_1 = 2V$, $E_2 = 4V$, $E_3 = 6V$, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 8\Omega$ *. Tìm cường độ dòng điện qua từng nguồn điện.*



Hình 4.3.44

2. Cho $E_1 = E_2 = E_3 = 6V$, $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 12\Omega$. *Khi nối đoản mạch hai nút A và B thì cường độ dòng điện qua dây nối là* $I = 1,6A$. *Tìm điện trở* R_3 *và cường độ dòng điện qua các nguồn điện.*

3. Cho $E_1 = 25V$. *Độ giảm thế ở* R_1 *bằng 10V,độ giảm thế ở* R_3 *lớn gấp hai lần độ giảm thế ở* R_2. *Tìm* E_2 *và* E_3 *biết dòng* I_1 *và* I_2 *có chiều từ B đến A ,dòng* I_3 *có chiều từ A đến B.*

Hướng dẫn:

1. Nếu cho tất cả dòng điện có chiều đi từ B đến A ta tìm được:

$$U_{AB} = \frac{-46}{13}A \quad , I_1 = \frac{-5}{13}A \quad , I_2 = \frac{1}{13}A \quad , I_3 = \frac{4}{13}A$$

2. Khi nối đoản mạch hai nút AB thì $U_{AB} = 0$. Khi đó:

$$I_1 = 0,3A, \ I_2 = 0,5\ A, \ I_3 = \frac{6}{R_3}$$

$$I_1 + I_1 + I_3 = I$$

Suy ra: $R_3 = 7,5\Omega$

3. Dùng phương trình: $V_{đi} - V_{đến} = RI - (E)$

$$U_{BA} = I_1R_1 - E_1 = 10 - 25 = -15V$$

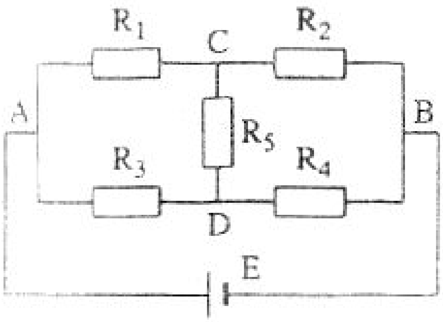
$$U_{BA} = I_2R_2 - E_2$$

và $$-U_{AB} = I_3R_3 + E_3$$

Bài toán IV.3.26

Có mạch điện như hình 4.3.45

$E = 22V$, $r = 0$, $R_1 = 1\Omega$, các điện trở còn lại đều bằng 2Ω. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở.



Hình 4.3.45

Hướng dẫn:

Chọn $V_B = 0$ .suy ra $V_A = E = 22V$

Viết phương trình cường độ tại hai nút C và D

Viết phương trình cường độ cho từng đoạn mạch

Giải hệ phương trình sẽ được : $V_C = 14V$ và $V_D = 12V$

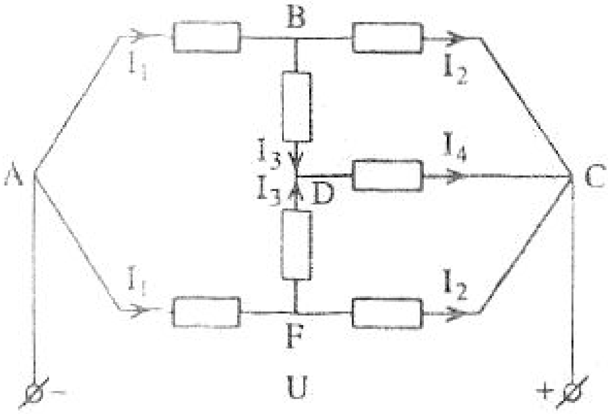
Đáp số: $I_1 = 8A$,$I_2 = 7A$, $I_3 = 5A$, $I_4 = 6A$,$I_5 = 1A$

Bài toán IV.3.27

Có mạch điện hình 4.3.46:

$U = 14$ V, các điện trở tều bằng 1Ω.

Tìm cường độ dòng tiện trong các đoạn mạch



Hình 4.3.46

Hướng dẫn:

Mạch điện có tính chất đối xứng nên có thể cho chiều cường độ dòng điện như ở hình vẽ.

Chọn $V_C = 0$, suy ra $V_A = U = 14$ V

Phương trình nút: $I_1 = I_2 + I_3$ và $2I_3 = I_1$

Phương trình đoạn mạch:

$$I_1 = 14 - V_B\ ,\quad I_2 = V_B\ ,\ I_3 = V_B - V_D\ ,$$

$$I_4 = V_D$$

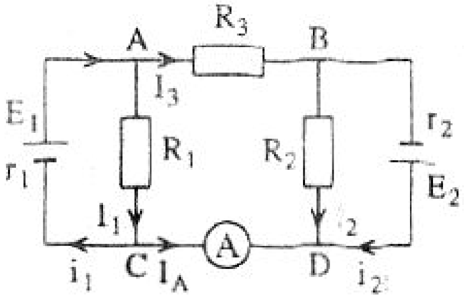
Giải hệ phương trình ta được: $V_B = 6V$, $V_D = 4V$

Đáp số: $I_1 = 8$ A , $I_2 = 6A$, $I_3 = 2A$, $I_4 = 4A$

Thí dụ IV.3.28

Có mạch điện như hình 4.3.47:

$E_1 = 3{,}6V$, $E_2 = 2{,}4V$, $r_1 = r_2 = 0$, $r_1 = 12\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 10\Omega$.



Hình 4.3.47

Tìm cường độ dòng điện qua Ampe kế và qua mỗi nguồn. Các A có điện trở nhỏ khôn đáng kể.

Hướng dẫn:

Chiều và cường độ dòng điện được quy ước như hình v 4.3.47.

tại nút C : $I_A = I_1 - i_1$

hay tại nút D : $I_A = I_2 - i_2$

Vì $R_A = 0$ .Chập C với D.

Chọn $V_{CD} = 0$, suy ra :

$V_{CD} - V_A = i_1r_1 - E_1 = -3,6V \rightarrow V_A = 3,6V$

$V_B - V_{CD} = i_2r_2 - E_2 = -2,4V \rightarrow V_B = -2,4V$

$$I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3} = \frac{6}{10} = 0,6\,A$$

$$I_1 = \frac{V_A - V_{CD}}{R_1} = \frac{3.6}{12} = 0,3\,A$$

$$I_2 = \frac{V_B - V_{CD}}{R_2} = \frac{-2.4}{6} = -0,4\,A$$

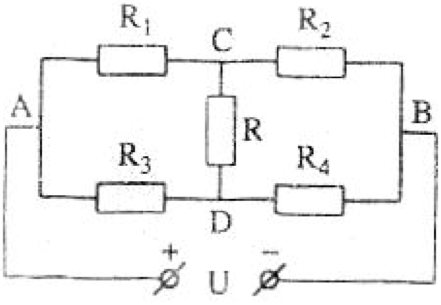
$$i_1 = I_3 + I_1 = 0.6 + 0.3 = 0,9A$$

$$i_2 = I_3 + I_2 = 0,6 - 0,4 = 0,\ 2A$$

$$I_A = I_1 - i_1 = 0,3 - 0,9 = -0,6A$$

$$\text{hay } I_A = I_2 - i_2 = -0.4 - 0.2 = -0,6A$$

Bài toán IV.3.29



Hình 4.3.48

Ở mạch điện hình 4.3.48: $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 20\Omega$, $R_4 = 5\Omega$, $U = 30V$. *Biết cường độ dòng điện qua* R_2 *bằng 4A. Tìm điện trở R.*

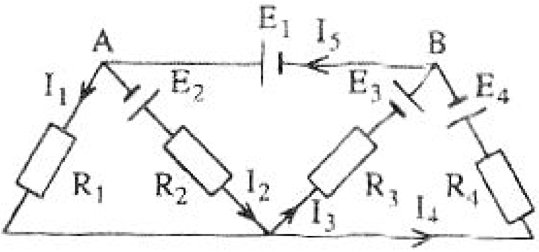
Đáp số : R = 10Ω

Bài toán IV.3.30

Có mạch điện như ở hình 4.3.49:

$E_1 = 6V$, $E_2 = 8V$, $E_3 = 10V$, $E_4 = 4V$, $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 0$, $R_1 = R_4 = 4\Omega$, $R_2 = R_3 = 2\Omega$.

Tìm cường độ dòng điện trong các đoạn mạch.



Hình 4.3.49

Hướng dẫn:

Nếu chọn $V_B = 0$ thì $V_A = 6$ V và tính ra được $V_C = -1$ V.

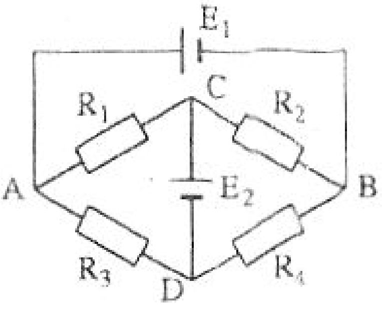
Đáp số : $I_1 = 3{,}5A$, $I_2 = 0{,}25A$, $I_3 = 4{,}5A$, $I_4 = 0{,}75A$, $I_5 = 1A$.

Bài toán IV.3.31

Có mạch điện ở hình 4.3.50 : $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, $R_4 = 40\Omega$, $E_1 = 105V$, *điện trở trong của các nguồn nhỏ không đáng kể.*

Tìm suất điện động E_2 *để không có dòng điện trong mạch CD.*

Hướng dẫn:



Hình 4.3.50

Vì không có dòng điện trong mạch CD nên $U_{CD} = E_2$. Thành ra tính E_2 là đi tính U_{CD}.

Bỏ nguồn E_2 ta có sơ đồ mạch ngoài nguồn E_1:

$$(R_1 \text{ nt } R_2) // (R_3 \text{ nt } R_4)$$

$$I_{12} = 3,5A \quad , I_{34} = 1,5A$$

$$V_A - V_C = I_{12}R_1 = 35$$

$$V_A - V_D = I_{34}R_3 = 45$$

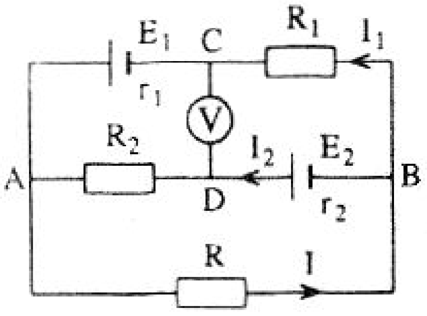
Suy ra: $$E_2 = U_{CD} = 10V$$

Bài toán IV.3.32

Có mạch điện ở hình 4.3.51:

$E_1 = E_2 = 6$ V, $r_1 = 1\Omega$, $r_2 = 2\Omega$, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 4\Omega$. Von kế (có điện trở rất lớn) chỉ 7,5 V.

Tìm U_{AB} và R.



Hình 4.3.51

Hướng dẫn:

Vì điện trở Vôn kế rất lớn nên có thể bỏ đi.

Với chiều dòng điện như hình vẽ ta có:

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2}$$

$$V_B - V_c = I_1 R_1 = 5I_1$$

$$V_B - V_D = I_1 r_2 - E_1 = 2 I_1 - 6$$

Suy ra: $$V_D - V_C = 6 + 3I_1 = 7,5$$

$$\Rightarrow I_1 = 0,5A \quad , \quad I = 1A$$

$$U_{BA} = I_1(R_1 + r_1) - E_1 = -3V \quad \Rightarrow \quad U_{AB} = 3V$$

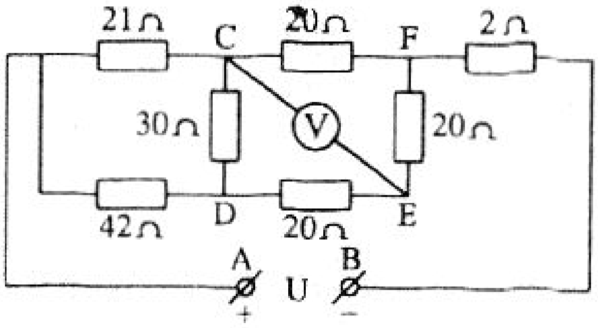
$$\Rightarrow \quad R = \frac{E_1 - U_{AB}}{I} = \frac{6-3}{1} = 3\Omega$$

Bài toán IV.3.33

Có mạch điện như hình 4.3.52:

U_{AB} = 33 V, R_V vô cùng lớn

1. Hỏi Vôn kế chỉ bao nhiêu?


21Ω
C
20Ω
F
2Ω
30Ω
V
20Ω
42Ω
D
20Ω
E
A
B
U
+
−

Hình 4.3.52

2. Thay Vôn kế bằng Ampe kế có $R_A = 0$. Hỏi Ampe kế chỉ bao nhiêu?

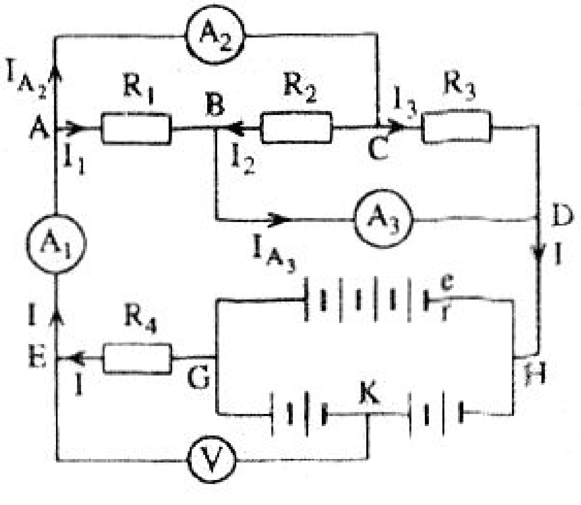
Đáp số: 1. Von kế chỉ 7,5V

2. Ampe kế chỉ 0,404A

Bài toán IV.3.34

Có mạch điện hình 4.3.53

Bộ nguồn gồm 8 cái, mỗi cái có suất điện động e = 2, điện trở trong r = 1Ω. R_1 = 24Ω, R_2 = 12Ω, R_3 = 8Ω, R_4 = 2Ω. Các R_A nhỏ không đáng kể. R_V rất lớn.


A₂
I_A₂
R₁
B
R₂
I₃
R₃
A
I₁
I₂
C
A₁
A₃
D
I
I_A₃
e
r
I
R₄
E
I
G
H
K
V

Hình 4.3.53

Tìm số chỉ của các Ampe kế và Von kế.

Hướng dẫn:

Bỏ Von kế. Với chiều dòng điện như hình vẽ:

$$I_{A1} = I, \; I_{A2} = I - I_1, \; I_{A3} = I - I_3$$

Chập CAE và DB mạch ngoài bộ nguồn có sơ đồ:

$$(R_1 // R_2 // R_3) \text{ nt } R_4$$

$I = 1A$, $I_1 = \frac{1}{6}A$, $I_2 = 1/3A$,

$I_3 = 1/2A$

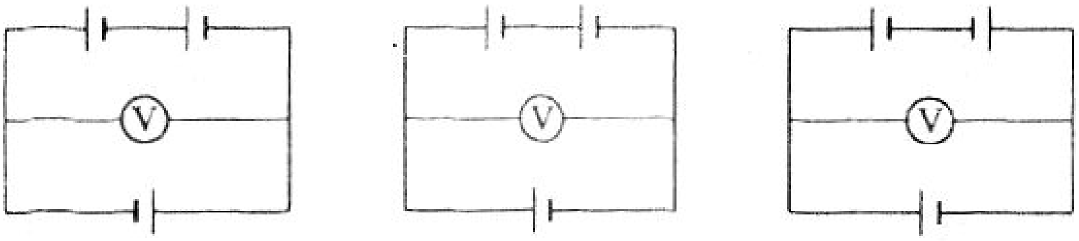
Đáp số: Ampe kế A_1 chỉ 5/6A

Ampe kế A_2 chỉ 1/2A

Vôn kế V chỉ $U_{EK} = 1V$

Bài toán IV.3.35

Cho 3 nguồn điện giống nhau cùng có suất điện động e = 1,5V và điện trở trong r = 0,5Ω được mắc theo 3 sơ đồ như hình vẽ 4.3.54



Hình 4.3.54

Hỏi Von kế (có điện trở rất lớn) chỉ bao nhiêu trong từng sơ đồ?

Hướng dẫn:

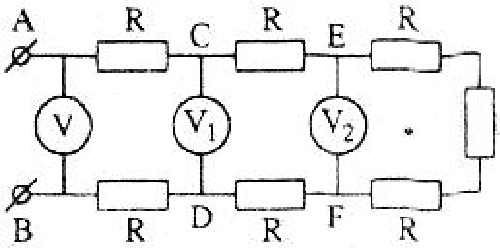
Bỏ vôn kế.

Dùng công thức : $I = \frac{\Sigma e}{R + \Sigma r}$ để tính cường độ dòng cện trong mạch•kín rồi dùng công thức $V_{\text{đi}} - V_{\text{đến}} = I\,(R + \Sigma r) - \Sigma e)$ để tính hiệu điện thế hai đầu Vôn kế.

Đáp số: 1.0 ; 2.2V ; 31V

Bài toán IV.3.36

Ở mạch điện hình 4.3.55 các vôn kế giống nhau, vôn kế V_1 chỉ 22V, vôn kế V_2 chỉ 6V. Hỏi von kế V chỉ bao nhiêu?



Hình 4.3.55

Hướng dẫn:

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CD} + U_{DB}.$$

$$U_{AC} = U_{DB} = \frac{U_{AB} - U_{CD}}{2} = \frac{U_{AB} - 22}{2}$$

$$U_{CE} = U_{FD} = \frac{U_{CD} - U_{EF}}{2} = \frac{22 - 6}{2} = 8V$$

Xét đoạn mạch CF ta có:

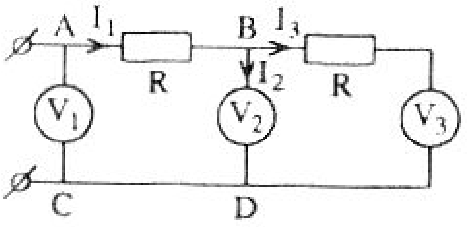
$$\frac{U_{CE}}{R} = \frac{U_{EF}}{R_V} + \frac{U_{EF}}{3R}$$

Thay số để rút ra : $R = R_V$

$$\frac{U_{AC}}{R} = \frac{U_{CE}}{R} + \frac{U_{CD}}{R_V} \Rightarrow U_{AC} = 30V$$

Vậy $U_{AB} = 30 + 22 + 30 = 82V$

Bài toán IV.3.37



Hình 4.3.56

Ở mạch điện hình 4.3.56 Vôn kế V_1 chỉ 10V, Vôn kế V_3 chỉ 8V. Hỏi Vôn kế V_2 chỉ bao nhiêu? Các Vôn kê giống nhau.

Hướng dẫn:

Cho điện thế nút C và nút D bằng 0

Phương trình cường độ ở nút B:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$\frac{10 - U_2}{R} = \frac{U_2}{R_V} + \frac{8}{R_V} = \frac{U_2 + 8}{R_V} = \frac{18}{R + R_V} \qquad (1)$$

Mặt khác:

$$\frac{U_2}{R + R_V} R_V = 8 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2):

$$R + R_V = \frac{18R_V}{U_2 + 8} = \frac{U_2R_V}{8}$$

$$\Leftrightarrow U_2^2 + 8\,U_2 - 144 = 0$$

$$\Rightarrow U_2 = 8,65V$$

Bài toán IV.3.38

Một đường dây điện thoại từ A đến B dài 4 km và mỗi dây có điện trở 5Ω. Do một nguyên nhân nào đó, có một chỗ C hai dây cách điện không tốt. Để xác định C, ở A người ta mắc hai đầu dây vào hai cực một nguồn điện có suất điện động 15V và *điện trở trong không đáng kể rồi lần lượt để đoản mạch ở đầu B và để đoản mạch đầu C. Khi để hở mạch cường độ dòng điện qua nguồn là 1A, khi để đoản mạch dòng điện qua nguồn là 1,8A. Tìm khoảng cách từ chỗ dây hỏng đến A và điện trở ở chỗ cách điện không tốt đó.*

Hướng dẫn:

Gọi R là điện trở của đoạn dây từ đầu C đến đầu B và R_X là điện trở ở đầu C:

Khi để hở mạch, điện trở ngoài của nguồn là $2(5 - R) + R_X$

$$I = \frac{15}{2(5 - R) + R_X} = 1 \qquad (1)$$

Khi để đoản mạch, điện trở mạch ngoài nguồn là:

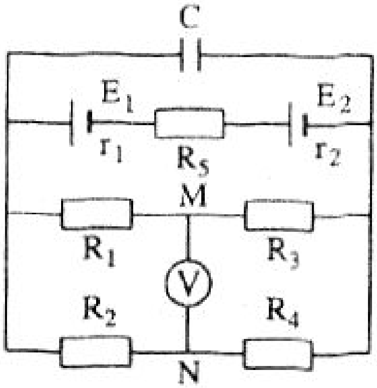
$$\frac{2RR_X}{2R + R_X} + 2(5 - R)$$

$$\Rightarrow I = \frac{15(2R + R_X)}{2RR_X + 2(5 - R)(2R + R_X)} = 18 \qquad (2)$$

Giải hệ hai phương trình ta được: $R = 2{,}5\Omega$ và $R_X = 10\Omega$

Bài toán IV.3.39

Có mạch điện hình 4.3.57: các nguồn điện có suất điện động $E_1 = E_2 = 3V$ và điện trở trong, $r_1 = r_2 = 1\Omega$, các điện trở $R_1 = R_4 = 1\Omega$, $R_2 = R_3 = 3\Omega$, tụ điện có điện dung $C = 0{,}03\mu F$. Vôn kế có điện trở rất lớn chỉ 0,9V.



Hình 4.3.57

1. Tìm R_5

2. Đầu dương của vôn kế nối với điểm nào?

3. Tìm điện tích của tụ điện

Hướng dẫn:

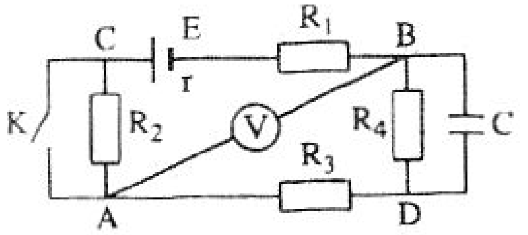
Bỏ tụ điện và Vôn kế mạch còn lại chỉ gồm hai nguồn mắc nối tiếp và mạch ngoài có sơ đồ:[(R_1 nt R_3) // (R_2 nt R_4)] nt R_5

Đáp số: 1. $R_5 = 1\Omega$

2. Đầu dương của Vôn kế nối với điểm M có điện thế cao.

3. $q = 0{,}54\ \mu C$

Bài toán IV.3.40



Hình 4.3.58

Cho mạch điện như hình 4.3.58:$E = 120V$, $r = 5\Omega$, $R_1 = 15\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = R_4 = 20\Omega$, $C = 0{,}2\mu F$.

Khi khoá K mở Vôn kế chỉ 60V

1. Khi K đóng Vôn kế chỉ bao nhiêu? Tìm cường độ dòng điện qua khóa K

2. Tìm điện tích tụ điện khi K đóng và K mở

Hướng dẫn:

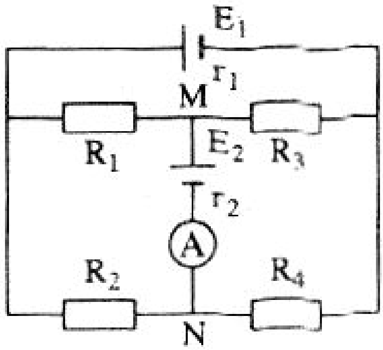
Khi K mở mạch ngoài nguồn gồm 4 điện trở mắc nối tiếp, khi K đóng mạch ngoài nguồn chỉ còn ba điện trở mắc nối tiếp.

Đáp số . 1. 72V ; 2. $q_m = 6\mu C$, $q_d = 7{,}2\mu C$

Bài toán IV.3.41

Có mạch điện như hình 4.3.59:

Các nguồn có suất điện động $E_1 = 16V, E_2 = 5V$ và điện trở trong $r_1 = 2\Omega$, $r_2 = 1\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 3\Omega$. Cường độ dòng điện qua R_3 bằng 1 A và ampe kế chỉ số 0. Tìm các điện trở R_1 và R_3



Hình 4.3.59

Hướng dẫn:

Vì không có dòng điện qua Ampe kế nên:

- bỏ đoạn mạch MN: mạch ngoài nguồn E_1 chỉ gồm (R_1 nt R_2) // (R_3 nt R_4)

- $U_{MN} = E_2 = 5V$ Tính cường độ dòng điện ở mạch chính bằng hai con đường:

- Xuất phát từ cường đô dòng điện qua R_3

- Xuất phát từ định luật Ohm cho mach kín

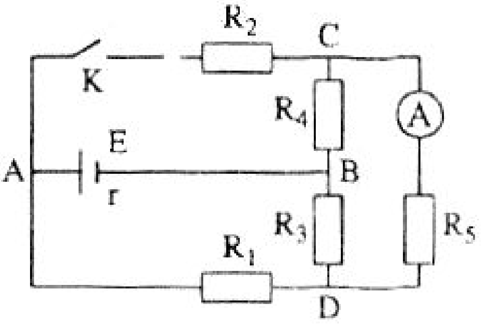
Từ cường độ mạch chính suy ra cường độ dòng điện qua các mạch rẽ và dùng các cường độ mạch rẽ này tính R_1 và R_2

Đáp số : $R_1 = 1\Omega$, $R_2 =$ [illegible]Ω

Bài toán IV.3.42

Có mạch điện như hình vẽ 4.3.60

Nguồn điện có suất điện động $E = 3$ V và điện trở trong $r = 0{,}4\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 4\Omega$.



Hình 4.3.60

Khi K đóng Ampe kế chỉ số O, khi K mở Ampe kế chỉ 0,2A.

Tìm các điện trở R_2 và R_5

Hướng dẫn:

Vẽ lại mạch điện ta được:

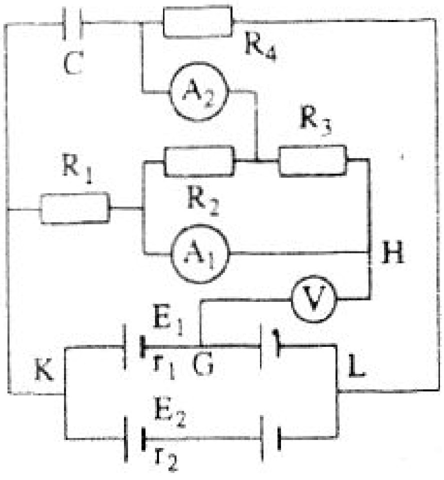
- Khi K mở: [(R_5 nt Ampe kế nt R_4) // R_3] nt R_1
- Khi K đóng: mạch ngoài nguồn là mạch cầu cân bằng

Đáp số : $R_2 = 2\Omega$, $R_5 = 4\Omega$

Bài toán IV.3.43

Cho mạch điện như hình 4.3.61.

Các nguồn có suất điện động $E_1 = E_2 = 2V$ và điện trở trong $r_1 = r_2 = 1\Omega$, các điện trở $R_1 = 1\Omega$ $R_2 = 12\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 2\Omega$, tụ điện có điện dung $C = 0,8\ \mu F$. Ampe kế có điện trở nhỏ không đáng kể, Vôn kế có điện trở rất lớn. Tìm:

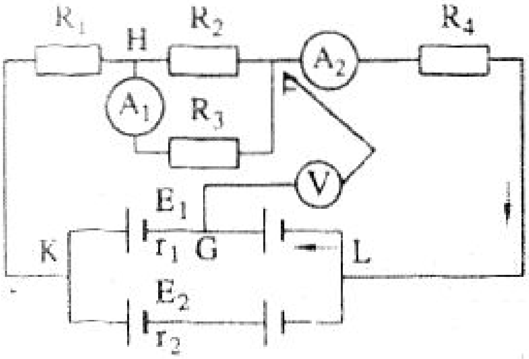


Hình 4.3.61

1. Suất điện động và điện trở trong của nguồn điện.

2. Số chỉ của Ampe kế và Vôn kế

3. Điện tích của tụ điện



Hình 4.3.62

Hướng dẫn:

Vẽ lại ta được mạch điện hình 4.3.6

Đáp số: 1. $E_b = 4V$, $r_b = 1\Omega$

2. Ampe kế A_1 chỉ 1/3A

Ampe kế A_2 chỉ 0,5A

Vôn kế V chỉ 0.75V

3. $q = 20\mu C$

IV.4. BÀI TOÁN VỀ CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN KHÁC

Đó là các bài toán về điện năng, công suất, nhiệt lượng ...Các đại lượng này chỉ phụ thuộc vào cường độ dòng điện và hiệu điện thế chứ không phụ thuộc vào việc dòng điện có trong một đoạn mạch hay một mạch kín. Vì thế việc giải các bài toán loại này không có gì khó khăn, chỉ cần nhớ các công thức tính các đại lượng và sử dụng chúng một cách linh hoạt.

1. Bài toán công suất rất đa dạng. Chú ý rằng công suất tiêu thụ toàn mạch ngoài bằng tổng công suất tiêu thụ ở tất cả các điện trở, dù chúng mắc như thế nào.

$$P = \Sigma P_i = \Sigma R_i I_i^2$$

Khi một điện trở thay đổi kéo theo các cường đô dòng điện thay đổi, khiến cho công suất thay đổi. Nếu xảy ra nhiều lần thì nên lập phương trình tổng quát để lập hệ phương trình và giải hệ theo phương pháp đại số.

Khi có các dụng cụ dùng điện thì điều kiện để các dụng cụ hoạt động bình thường là hiệu điện thế thực tế phải bằng hiệu điện thế định mức ghi trên dụng cụ. Khi đó công suất tiêu thụ cả mạch ngoài một nguồn điện chỉ có thể nhỏ hơn hoặc bằng công suất cực đại mà nguồn có thể cung cấp được ra mạch ngoài. Công suất này chỉ phụ thuộc suất điện động và điện trở trong của nguồn điện.

Đối với bài toán công suất tiêu thụ P ở một mạch có điện trở R nào đó cực đại thì lập hàm số P = f (R) rồi dùng bất đẳng thức Cauchy ($a + b \geq 2\sqrt{ab}$) hay điều kiện có nghiệm của phương trình bậc hai ($\Delta \geq 0$)

2. Thường các bài toán về nhiệt lượng có liên quan tới việc làm một khối chất nào đó nóng lên, ví dụ như đun nước chẳng hạn. Khi đó:

Nhiệt lượng có ích = nhiệt lượng hấp thu

$$H\,Q_{toả} = MC(t_2 - t_1)$$

$$Q_{toả} - Q_{hao\ phí} = CM\,(t_2 - t_1)$$

H là hiệu suất của dụng cụ.

3. Trong các bài toán về điện phân, điều quan trọng là xem chất thoát ra ở điện cực là chất gì, hoá trị của nó trong phân tử chất điện phân là bao nhiêu.

Ví dụ IV.4.1

Một nguồn điện có suất điện động 6V, điện trở trong 1Ω cung cấp ra mạch ngoài một công suất 5W. Tìm cường độ dòng điện và điện trở mach ngoài.

Bài giải:

Sử dụng công thức : $P_n = E\,I - r\,I^2$

Thay số ta được phương trình bậc hai:

$$I^2 - 6I + 5 = 0$$

Giải phương trình ta được:

$$I_1 = 1A \qquad \text{và} \qquad I_2 = 5A$$

và:

$$R \frac{P_n}{I^2}$$

$$R_1 = 5\,\Omega \quad \text{và} \quad R_2 = 5\,\Omega$$

Có thể dùng công thức:

$$P_n = \frac{RE^2}{(R + r)^2}$$

Ví dụ IV.4.2

Mắc một biến trở vào hai cực một nguồn điện có suất điện động E và điện trở trong r. Điều chỉnh biến trở để công suất mạch ngoài R cực đại. Tìm điện trở mạch ngoài và công suất này.

Bài giải:

Có thể giải theo nhiều cách:

1. Dùng phương trình: $P_n = EI - r\,I^2$

Đưa về phương trình bậc hai: $rI^2 - EI + P_n = 0$

Áp dụng điều kiện có nghiệm của phương trình bậc hai $\Delta \geq 0$

$$E^2 - 4rP_n \geq 0$$

$$\Leftrightarrow P_n \leq \frac{E^2}{4r}$$

$$\Rightarrow P_{max} = \frac{E^2}{4r} \quad \Leftrightarrow \quad \Delta = 0$$

$$\Rightarrow R = r$$

2. Dùng phương trình:

$$P_n = \frac{E^2 R}{(R + r)^2}$$

a. Giải theo hệ quả của bất đẳng thức Cauchy

Có hai số dương, nếu tích của chúng là hằng số thì tổng của chúng cực tiểu khi hai số đó bằng nhau.

Chia tử và mẫu của phương trình cho R:

$$P_n = \frac{E^2}{\left(\frac{R}{\sqrt{R}} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)^2}$$

Xét tích:

$$\frac{R}{\sqrt{R}} \times \frac{r}{\sqrt{R}} = r = hs$$

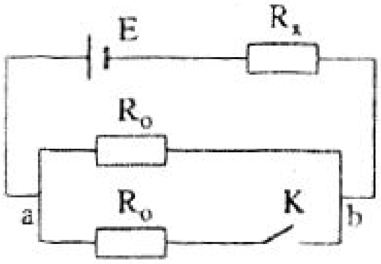
Vậy tổng cực tiểu khi: $R = r$

b. Đưa về phương trình bậc hai và giải theo điều kiện có nghiệm của phương trình $\Delta \geq 0$

Ví dụ IV.4.3

Có mạch điện như hình 4.4.1:

Với R_X bằng bao nhiêu để khi K đóng cũng như khi K mở công suất tiêu thụ của mạch ab không đổi. Điện trở trong của nguồn nhỏ không đáng kể.



Hình 4.4.1

Bài giải:

Công suất tiêu thụ ở mạch ab:

$$P_{ab} = R_{ab}I^2 = \frac{R_{ab}E^2}{(R_{ab} + R_X)^2}$$

Khi K đóng $R_{ab} = \frac{R_o}{2}$

$$P_{abd} = \frac{R_oE^2}{2\left(\frac{R_o}{2} + R_X\right)^2}$$

Khi K mở: $R_{aqb} = R_0$

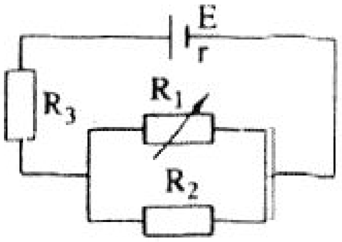
$$P_{abm} = \frac{R_oE^2}{(R_o + R_X)^2}$$

Giải phương trình: $P_{abd} = P_{abm}$

ta được: $R_X = \frac{R_o\sqrt{2}}{2}$

Ví dụ IV.4.4

Có mạch điện như hình 4.4 2: $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 1\Omega$. $E = 6V$, $r = 3\Omega$.



Hình 4.4.2

Tìm R_1 để:

1. Công suất của nguồn lớn nhất. Tìm công suất này

2. Hiệu suất của nguồn lớn nhất. Tìm hiệu suất này.

3. Công suất mạch ngoài cực đại. Tìm công suất này.

4. Công suất mạch song song lớn nhất. Tìm công suất này.

5. Công suất ở R_1 lớn nhất.

Bài giải:

1. Công suất của nguồn điện:

$$P_{ng} = EI = \frac{E^2}{R + r}$$

Tử số E^2 là một số không đổi, muốn P_{ng} lớn nhất thì R phải nhỏ nhất. $R = R_3 + R_{//}$: muốn R nhỏ nhất thì $R_{//}$ phải nhỏ nhất và bằng 0. Do đó $R_1 = 0$

⇒ Công suất của nguồn lớn nhất bằng 9W.

2. Hiệu suất của nguồn điện:

$$H_{ng} = \frac{R}{R + r} = \frac{1}{1 + \frac{r}{R}}$$

muốn H_{ng} lớn nhất thì R phải lớn nhất.

muốn R lớn nhất thì $R_{//}$ phải lớn nhất và bằng điện trở nhỏ nhất của mạch song song tức là bằng $R_2 = 6\Omega$ với R_1 lớn vô cùng.

Hiệu suất lớn nhất của nguồn điện bằng 0,7 = 70 %

3. Công suất mạch ngoài cực đại:

Có thể giải quyết câu hỏi: với điện trở mạch ngoài bằng bao nhiêu thì công suất mạch ngoài cực đại và giải theo ví dụ 4.4.2 và thu được kết quả $R = r = 3\Omega$.

$$R_{//} = R - R_3 = 2\Omega$$

$$R_1 = \frac{R_{//}R_2}{R_2 - R_{//}} = 3\Omega$$

Công suất mạch ngoài cực đại bằng 3 W

4. Công suất mạch song song: dùng $R_{//}$ làm biến số

$$P_{//} = R_{//}I^2 = \frac{R_{//}E^2}{(R_{//} + R_3 + r)^2} = \frac{36R_{//}}{(R_{//} + 4)^2}$$

Chia tử và mẫu cho $R_{//}$ rồi giải theo bất đẳng thức Cauchy sẽ thu được kết quả:

$$R_{//} = 4\Omega \ , \ R_1 = 12\Omega$$

Công suất cực đại của mach song song bằng 2,25 W

5. Công suất ở R_1:

$$P_1 = R_1 I_1{}^2 = \frac{U_{//}{}^2}{R_1}$$

$$R = R_{//} + R_3 + r = \frac{6R_1}{6 + R_1} + 4 = \frac{10R_1 + 24}{6 + R_1}$$

$$\Rightarrow \ I = \frac{E}{R} = \frac{6\,(6 + R_1)}{10R_1 + 24}$$

$$\Rightarrow \ U_{//} = IR_{//} = \frac{36R_1}{10R_1 + 24}$$

$$\Rightarrow \ P_1 = \frac{36^2 R_1}{(10R_1 + 24)^2}$$

Chia tử và mẫu cho R_1 rồi dùng bất đẳng thức Cauchy để giải sẽ thu được kết quả:

$$R_1 = 2{,}4\Omega \quad \text{và} \quad P_1 = 1{,}35\text{W}$$

Ví dụ IV.4.5

Có một số bóng đèn 3W- 3V được mắc thành y hàng song song, mỗi hàng gồm x bóng nối tiếp rồi mắc vào hai cực một nguồn điện có suất điện động E = 120V và điện trở trong r = 5Ω.

1. Tìm x và y để các bóng đèn đều sáng bình thường.

2. Với cách mắc nào để:

a. Công suất của nguồn điện lớn nhất?

b. Hiệu suất của nguồn điện lớn nhất?

c. Công suất mạch ngoài lớn nhất?

3. Nếu trong khi dùng, một trong số các bóng đèn bị cháy thì độ sáng của các bóng đèn còn lại thay đổi như thế nào? Các đại lượng của câu hỏi 2 biến đổi như thế nào?

Bài giải:

1. Điện trở của mỗi bóng đèn:

$$R_d = \frac{U_{dm}^{\ 2}}{P_{Dm}} = 3\Omega$$

Cường độ định mức của mỗi bóng đèn:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = 1A$$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

$$R = \frac{xR_d}{y} = \frac{3x}{y} \quad \text{và} \quad I = y\,I_{dm} = y$$

$$y = \frac{120}{\frac{3x}{y} + 5} = \frac{120y}{3x + 5y}$$

Rút gọn, ta được phương trình vô định: $3x + 5y = 120$

x và y là những số nguyên,dương nên:

$$x = 40 - \frac{5y}{3} > 0 \quad \Rightarrow \; y < 24$$

Muốn x nguyên thì y chỉ có thể bằng 3 và bội số của 3

y	3	6	9	12	15	18	21
x	35	30	25	20	15	10	5
n=xy	105	180	225	240	225	180	105
	H_{ngmax}			P_{nmqax}			P_{ngmax}

2a. P_{ng} lớn nhất:

$$P_{ng} = \frac{E^2}{R + r}$$

Công suất của nguồn lớn nhất khi R nhỏ nhất.

$R = \frac{xR_d}{y}$: R nhỏ nhất khi x nhỏ nhất và y lớn nhất: cách mắc thứ bảy

2b. H_{ng} lớn nhất:

$$H_{ng} = \frac{R}{R + r}$$

Hiệu suất nguồn lớn nhất khi R lớn nhất:

Theo công thức trên, R lớn nhất khi x lớn nhất và y nhỏ nhất : cách mắc thứ nhất

2c. P_n lớn nhất

Công suất mạch ngoài lớn nhất khi số bóng đèn sử dụng nhiều nhất: cách mắc thứ tư.

3. Một bóng đèn bị cháy thì không có dòng điện qua hàng chứa bóng đèn đó nên số hàng y giảm đi, dẫn đến điện trở mạch ngoài R tăng lên và cường độ dòng điện qua nguồn giảm đi.

Khi đó $U_n = U_{//} = E - rI$ tăng lên làm cho các bóng đèn còn lại sáng thêm lên.

Ví dụ IV.4.6

Có 7 nguồn điện giống nhau cùng suất điện động 5V và điện trở trong 0,6Ω. Mắc song song một số nguồn trên rồi nối với mạch ngoài gồm điện trở R_1 song song với một mạch gồm một số điện trở 1Ω mắc nối tiếp có điện trở R_2.

Tìm số nguồn cần dùng và điện trở R_2 để hiệu điện thế mạch ngoài bằng 4,8V và công suất tiêu thụ ở R_1 là 3,84W.

Bài giải:

Hiệu điện thế mạch ngoài cũng là hiệu điện thế hai đầu R_1 nên:

Điện trở R_1

$$R_1 = \frac{U_n^2}{P_1} = \frac{4,8^2}{3,84} = 6\Omega$$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{e}{R_{//} + \frac{r}{n}} = \frac{U_{//}}{R_{//}}$$

$$\Leftrightarrow \ eR_{//} = U_nR_{//} + U_{//}\, r/n$$

$$\Rightarrow \ n = \frac{rU_{//}}{R_{//}\,(e - U_{//})} = \frac{0,6.4,8}{5 - 4,8}\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\Leftrightarrow \ n = 2,4 + \frac{14,4}{R_2}$$

Đặt $$n' = n - 2 = 0,4 + \frac{14,4}{R_2}$$

n, n' và R_2 là những số nguyên, dương nên có thể lập bảng như sau:

n'	14,4/R_2	R_2	n
1	0,6	24	3
2	1,6	9	4
3	2,6	lẻ	lẻ
4	3,6	4	6
5	4,6	lẻ	lẻ

Vậy : nếu dùng 3 nguồn thì $R_2 = 24\Omega$

- 4 - 9Ω
- 6 - 4Ω

Ví dụ IV.4.7

Một sợi dây đồng chất, tiết diện đều có điện trở $R_1 = 45\Omega$ *được mắc vào một hiệu điện thế* $U_1 = 90V$.

1. Tìm công suất P_1 tiêu thụ ở điện trở này.

2. Đem cắt dây thành ba đoạn dài bằng nhau rồi mắc chúng song song với nhau. Muốn công suất tiêu thụ ở mạch song song này vẫn là P_1 người ta có thể:

- Hoặc mắc trực tiếp mạch này vào hiệu điện thế U_2.

- Hoặc mắc mạch nối tiếp với một điện trở X vào hiệu điện thế U_1

Tìm hiệu điện thế U_2 và điện trở X.

3. Mắc điện trở X nối tiếp với một bộ ăcqui có điện trở trong $r = 1\Omega$ vào hiệu điện thế U_1 để nạp điện cho bộ ăcqui thì thấy công suất tiêu thụ ở mạch mới này vẫn là P_1. Tìm suất phản điện của bộ ăcqui và hiệu suất nạp điện.

4. Nếu mắc thêm vào hai cực bộ ăcqui một điện trở X nữa thì cường độ dòng điện qua các điện trở X và qua ăcqui bằng bao nhiêu khi hiệu điện thế toàn mạch vẫn là U_1?

Bài giải:

1. Công suất P_1 tiêu thụ ở R_1:

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = 180W$$

2. Điện trở của mỗi đoạn bằng 15Ω và của mạch song song bằng 5Ω.

$$U_2^2 = P_1 R_{//} = 900$$

$$\Rightarrow U_2 = 30V$$

Vì công suất ở mạch song song vẫn là P_1 nên hiệu điện thế hai đầu mạch song song vẫn là U_2, do đó:

hiệu điện thế hai đầu điện trở X là $U_X = U_1 - U_2 = 60V$

cường độ dòng điện qua điện trở X bằng:

$$I = \frac{U_2}{R_{//}} = 6A$$

Suy ra điện trở X:

$$X = \frac{U_X}{I} = 10\Omega$$

3. Cường độ dòng điện khi nạp điện cho bộ ắc qui có suất phản điện e:

$$I = \frac{P_1}{U_1} = 2A$$

Mặt khác:

$$I = \frac{U_1 - e}{X + r}$$

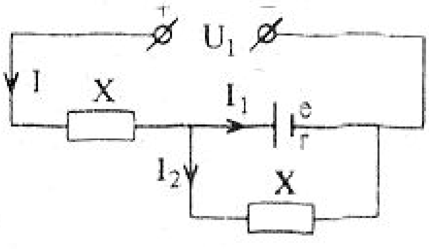
Suy ra suất phản điện của bộ ắc qui:

$$e = U_1 - (X + r)I = 68V$$

và hiệu suất nạp điện:

$$H = \frac{e}{U} = 76\%$$

4. Khi mắc thêm điện trở X vào hai cực bộ ắc qui ta có mạch điện như hình 4.4.3:



Hinh 4.4.3

Với chiều dòng điện qui ước như hình vẽ ta có:

$$I = I_1 + I_2$$

hay:

$$\frac{90 - U_{//}}{10} = \frac{U_{//} - 68}{1} + \frac{U_{//}}{10}$$

rút ra: $U_{//} = 64,16V$

$$I = 25,8A,\ I_1 = -3,84A,\ I_2 = 6,41A$$

Ví dụ IV.4.8

Dùng một bếp điện 600W- 120V ở hiệu điện thế 100V để đun một lít nước từ 20^0 cho đến sôi. Tìm thời gian cần thiết biết hiệu suất của dụng cụ bằng 80%.

Nhiệt dung riêng của nước là C = 4190 J/kg.độ

Bài giải:

Vì bếp không dùng đúng hiệu điện thế định mức nên các con số định mức ghi trên dụng cụ chỉ cho phép tính điện trở của dụng cụ:

$$R = \frac{U_{Dm}^{\ 2}}{P_{dm}} = \frac{120^2}{600} = 24\,\Omega$$

Nhiệt lượng bếp toả ra được tính theo công thứ Joule – Lentz.

$$Q_{toả} = \frac{U^2}{R}t$$

Nhưng nhiệt lượng bếp toả ra không cung cấp hết cho nước mà chỉ có H%, do đó nhiệt lượng cung cấp:

$$Q_{CC} = HQ_{toả} = \frac{HU^2t}{R}$$

Nhiệt lượng nước hấp thụ:

$$Q_{ht} = Cm\,(t_2 - t_1)$$

Bếp cung cấp bao nhiêu nhiệt lượng thì nước hấp thụ bấy nhiêu nên có phương trình:

$$Q_{CC} = Q_{ht}$$

$$\Leftrightarrow \frac{0{,}8\,.100^2t}{24} = 4190.1.80$$

Rút ra : $t = 1005$ s = 16 ph 45 gy

Ví dụ IV.4.9

Đem hoà tan 80g xút vào trong 1 lít nước rồi cho dòng điện 2A chạy qua trong 16 phút 5 giây.

1. Tìm khối lượng của chất thoát ra ở catốt.

2. Tìm thể tích của chất thoát ra ở anốt ở nhiệt 27 °C và áp suất 70 cmHg.

3. Tìm lượng nước mất đi và lượng xút còn lại.

Bài giải:

1. Phương trình điện phân nước:

$$NaOH + H_2O \rightarrow NaOH + H_2 + O_2$$

Chất thoát ra ở catôt là khí hydro

Chất thoát ra ở anốt là khí ôxy

Khối lượng khí hydro thoát ra:

$$m_H = \frac{1.2.965}{96500.1} = 0{,}02\,g$$

2. Khối lượng khí ôxy thoát ra:

$$m_O = \frac{16.2.965}{96500.2} = 0{,}16\,g$$

Thể tích khí ôxy thu được ở điều kiện tiêu chuẩn:

$$V_o = \frac{22.4.0.16}{32} = 0{,}112\,lít$$

Thể tích khí ôxy thu được ở nhiệt độ 27°C dưới áp suất 70 :mHg

Áp dụng phương trình trạng thái của chất khí:

$$\frac{p_o V_o}{T_o} = \frac{p_t V_t}{T_t}$$

Với $p_0 = 76$ cmHg, $T_o = 273\,^0K$, $T_t = 273 + 27 = 300^0K$, $p_t =$ 70 cmHg

Thay các số vào phương trình ta được:

$$V_t = 0{,}133\ lít$$

1. Trong quá trình điện phân dung dịch xút, xút không mất đi mà chỉ có nước bị phân tích thành O_2 và H_2 nên khối lượng nước mất đi bằng tổng khối lượng hai khí thu được:

$$m_{nước} = m_H + m_o = 0{,}18\,g$$

Ví dụ IV.4.10

Đem mạ đồng hai mặt một tấm sắt mỏng hình chữ nhật kích thước 10.2 cm bằng dòng điện 5A trong một giờ. Tìm bề dày của lớp đồng bám trên mỗi mặt.

$A = 64 \quad , \quad n = 2 \quad , D = 8{,}8\, g/cm^3$

Bài giải:

Khối lượng của đồng bám trên hai mặt tấm sắt:

$$m = \frac{64.5.3600}{96500.2} = 5{,}97\,g$$

Thể tích của đồng:

$$V = \frac{m}{D} = \frac{5{,}97}{8{,}8} = 0{,}68\,cm^3$$

Bề dày của lớp đồng bám trên mỗi mặt:

$$h = \frac{V}{2S} = \frac{0{,}68}{2.10.20} = 0{,}0017\ cm = 0{,}017\ mm$$

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán IV.4.1

Mắc nối tiếp một số nguồn điện giống nhau cùng có suất điện động 4V và điện trở trong 4Ω để thắp sáng bình thường một bóng đèn 110 V- 60W. Tìm số nguồn cần dùng.

Hướng dẫn:

Điều kiện để các bóng đèn sáng bình thường là tổng công suất tiêu thụ của chúng bằng công công suất cực đại mà bộ nguồn có thể cung cấp cho mạch ngoài

Đáp số: 60 nguồn

Bài toán IV.4.2

Lần lượt mắc hai điện trở khác nhau vào hai cực một nguồn điện có điện trở trong không đáng kể thì công suất mạch *goài lần lượt bằng 30W và 60W. Tìm công suất mạch ngoài khi ắc hai điện trở nối tiếp vào hai cực nguồn điện.*

Đáp số: 20W

Bài toán IV.4.3

Nếu lần lượt mắc cùng một điện trở vào hai cực nguồn A_1 ồi vào hai cực nguồn A_2 thì công suất mạch ngoài lần lượt bằng 0W và 40W. Tìm công suất mạch ngoài khi mắc điện trở vào ai cực bộ gồm hai nguồn này mắc nối tiếp. Điện trở trong của ai nguồn nhỏ không đáng kể.

Đáp số: 90W

Bài toán IV.4.4

Với cùng một điện trở ngoài, một nguồn có hiệu suất 50% ột nguồn có hiệu suất 60%. Nếu hai nguồn này mắc nối tiếp ẽ có hiệu suất bằng bao nhiêu với cùng điện trở ngoài?

Đáp số : 37,5%

Bài toán IV.4.5

Hai nguồn điện có cùng suất điện động. Nguồn thứ nhất có ông suất mạch ngoài cực đại là 20W, nguồn thứ hai có công suất ạch ngoài cực đại là 30W. Hỏi khi mắc hai nguồn song song thì ông suất mạch ngoài cực đại của chúng bằng bao nhiêu?

Đáp số: 50W

Bài toán IV.4.6

Trên một bàn là có ghi: 300W- 110V.

1. Tìm cường độ dòng điện qua bàn là khi nó hoạt động ình thường.

2. Hiệu điện thế lưới thay đổi từ 105V đến 120V. Hỏi côn suất tiêu thụ của bàn là thay đổi bao nhiêu phần trăm?

3. Muốn dùng bàn là ở hiệu điện thế 120V phải mắc nô tiếp với nó một điện trở bằng bao nhiêu để nó hoạt động bìn thường?

Đáp số: 2,73 A; công suất bàn là biến thiên 30% ; 3,7

Bài toán IV.4.7

Có 30 bóng đèn 3V- 3W và một số nguồn điện giống nhau c cùng suất điện động e = 6V và điện trở trong r = 1Ω.

Hỏi phải dùng tối thiểu bao nhiêu nguồn và mắc chúng như thế nào để khi mắc các bóng đèn vào bộ nguồn chúng đều sáng bình thường?

Hướng dẫn:

Mặc dù các bóng đèn mắc như thế nào thì khi tất cả đều sáng bình thường, công suất tiêu thụ toàn mạch ngoài của bộ nguồn phải bằng tổng công suất định mức các bóng đèn:

$$P_n = 30\, P_{dm} = 90W$$

Nhưng công suất này chỉ có thể nhỏ hơn và hoặc bằng công suất mạch ngoài cực đại:

$$P_n \le \frac{E_b^{\,2}}{4\,r_b}$$

Giả sử các nguồn mắc hỗn hợp:

$$E_b = pe = 6p \quad ; \qquad r_b = \frac{pr}{q}$$

ta có : $\qquad 90 \le 9\, pq = 9n$

$$\Rightarrow n \geq 10 \Rightarrow n_{min} = 10 = pq$$

Giả sử các bóng đèn được mắc thành y hàng song song , nỗi hàng gồm x bóng nối tiếp:

$$xy = 30$$

à $$\frac{3x}{y} = \frac{p}{q}$$

Vì p, q, x và y đều nguyên và dương nên:

p	q	x	q
1	10	1	30
2	5	15	2
5	2	6	5
10	1	3	10

Bài toán IV.4.8

1. Một nguồn điện cung cấp 0,5A cho mạch ngoài có điện rở 3Ω hay 0,8A cho mạch ngoài gồm hai điện trở 3Ω mắc song ong. Tìm suất điện động và điện trở trong của nguồn điện.

2. Dùng 16 nguồn điện trên mắc thành hai hàng song song iống nhau rồi nối với mạch ngoài gồm một điện trở R_1 mắc nối ếp với một bình điện phân đựng dung dịch H_2SO_4 có điện trở $_2$ = 3,8ohm. Một Vôn kế có điện trở rất lớn mắc vào hai cực ình điện phân chỉ $U_2 = 5V$. Sau 16 phút 5 giây có $112cm^3$ khí hoát ra ở catốt bình điện phân ở điều kiện tiêu chuẩn. Tìm iện trở R_2, suất phản điện của bình điện phân, cường độ dòng iện trong các đoạn mạch.

3. Mắc bộ nguồn trên với mạch ngoài gồm một số bóng đ 2,5V- 1,25W. Hỏi có thể dùng bao nhiêu bóng đèn và mắc chún như thế nào để chúng đều sáng bình thường? Với cách mắc n thì hiệu suất thắp sáng lớn nhất?

Hướng dẫn:

1. Dùng công thức của định luật Ohm cho mạch kín sẽ tí được $E = 2V$ và $r = 1\Omega$

2. Trước hết tìm cường độ dòng điện qua bình điện phân.

Áp dụng công thức Faraday cho chất khí

$$V_o = \frac{VIt}{96500n} \quad \text{hay} \quad I = \frac{96500\,n\,V_o}{V\,t}$$

V là thể tích một nguyên tử gam khí ở điều kiện tiêu chuẩ $V = 11{,}2l = 11200cm^3$

Chất thoát ra ở catốt là khí hydro

$$I = \frac{96500.1.112}{11200.965} = 1A$$

Bình điện phân giữ vai trò máy thu có suất phản điện e'nên:

$$U_2 = IR_2 + e'$$

suy ra: $e' = 1{,}2V$

Dùng công thức của định luật Ohm cho mạch kín:

$$E_b = I\,r_b + I\,(R_2 + R_1) + e'$$

ta tính được: $R_1 = 7\Omega$

3. Dùng bài giải của ví dụ 4.4.5 ta có phương trình vô định

$$5x + 4y = 16$$

Người làm bài tự giải tiếp.

Bài toán IV.4.9

Một mạch điện, được dùng ở hiệu điện thế 110V, gồm một động cơ điện có điện trở $r = 1\Omega$ và cung cấp một công suất cơ học $P_C = 552W$ mắc nối tiếp với một bình điện phân có điên trở $R = 3\Omega$. Lượng khí hydro thoát ra cho biết cường độ dòng điện qua bình bằng 10A

1. Tìm độ giảm thế bên trong động cơ,hiệu điện thế hai cực bình điện phân, hiệu suất của động cơ và suất phản điện của nó.

2. Giữ cho động cơ không quay. Tìm cường độ dòng điện trong mạch,nhiệt lượng tỏa ra ở động cơ trong một giây và thể tích khí hydro thu được trong một phút .

Hướng dẫn:

1. Suất phản diện của động cơ:

$$e_1 = \frac{P_C}{I} = 55{,}2V$$

Suất phản điện của bình điện phân

$$e_2 = U - I(r + R) - e_1 = 110 - 40 - 55{,}2 = 14{,}8V$$

Độ giảm thế bên trong động cơ:

$$u = rI = 10V$$

Hiệu điện thế hai cực bình điện phân:

$$U_2 = RI + e_2 = 44{,}8V$$

Hiệu suất của động cơ:

$$H_{dc} = \frac{P_C}{e_1 I + rI^2} = 0,846 = 84,6\%$$

2. Khi giữ động cơ không cho quay nó chỉ là một điệ trở thuần

Đáp số: 23,8A, 135,5 calo, 0,166 lí

Bài toán IV.4.10

Một bóng đèn 500W được mắc vào hiệu điện thế 120V qu một ngắt K. Đóng ngắt K, bóng đèn lúc đầu có nhiệt độ của mô trường chung quanh là 30^0C, sau đó nóng lên đến 2000^0C th sáng bình thường.

1. Tìm cường độ dòng điện qua bóng đèn khi nó sáng bình thường.

2. Tìm điện trở của tóc đèn ở nhiệt độ môi trường chung quanh và cường độ dòng điện qua bóng đèn ngay sau kh đóng ngắt K. Hệ số nhiệt điện trở của hợp kim làm dây tóc là $\alpha = 0,005/độ$.

3. Giả thiết gần đúng rằng trong quá trình nóng lên, tóc đèn có nhiệt độ trung bình tương ứng là 1000^0C và trong thờ gian rất ngắn coi như không có hao phí nhiệt ra môi trường chung quanh. Tìm thời gian nóng lên của tóc đèn. Cho nhiệ dung riêng của hợp kim làm tóc đèn $C = 0,03cal/g.độ$*, khố lượng của tóc đèn là* $m = 0,12g$.

Đáp số: 4,17A ; 28,8Ω ; 3,01Ω , 40A , 15,7Ω ; 0,03giây

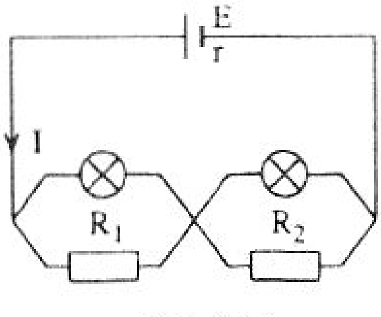
Bài toán IV.4.11

Có mạch điện hình 4.4.4: $E = 15V$, $r = 2{,}4\Omega$ *; đèn 1 có ghi 6 V- 3W; đèn 2 có ghi 3V-6W.*

1. Tìm R_1 *và* R_2 *để hai bóng đèn sáng bình thường*

2. Tính công suất tiêu thụ ở R_1 *và* R_2.

3. Có cách mắc nào khác để cả hai bóng đèn đều sáng bình thường.



Hình 4.4.4

Đáp số: $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 6\Omega$, $P_{R1} = 12W$, $P_{R2} = 1{,}5W$;

Tách nút C để R_1 nối tiếp đèn 2 và R_2 nối tiếp đèn 1.

Bài toán IV.4.12

Một ấm điện có hai cuộn dây được dùng để đun cùng một lượng nước từ một nhiệt độ nào đó. Ở cùng một hiệu điện thế nếu dùng cuộn thứ nhất thì sau 30 phút nước sôi, nếu dùng cuộn thứ hai thì sau 15 phút nước sôi. Hỏi sau bao nhiêu phút thì nước sôi nếu dùng cả hai cuộn:

1. Mắc nối tiếp

2. Mắc song song

Coi như nhiệt lượng hao phí không đáng kể.

Đáp số: 1.45 phút

2.10 phút

Bài toán IV.4.13

Dùng một bếp điện để đun một lượng nước từ một nhiệt độ nào đó. Nếu dùng ở hiệu điện thế U_1 = 120V thì sau 20 phút nước sôi, nếu dùng ở hiệu điện thế U_2 = 110V thì sau 28 phút nước sôi. Hỏi nếu dùng ở hiệu điện thế U_3 = 100V thì sau bao nhiêu phút nước sôi? Biết trong cả ba trường hợp nhiệt lượng hao phí tỷ lệ thuận với thời gian đun

Hướng dẫn:

Vì dùng bếpđun cùng một lượng nước từ cùng một nhiệt độ nên nhiệt lượng hấp thụ như nhau, do đó nhiệt lượng có ích như nhau.

Nhiệt lượng có ích = nhiệt lượng bếp toả ra - nhiệt lượng hao phí

$$Q_{ci} = \frac{kU^2}{R}t - ct$$

c là hệ số tỉ lệ

Đáp số: ≈ 44 phút

Bài toán IV.4.14

Một mạch điện gồm các dụng cụ sau mắc nối tiếp:

a. Một điện trở bằng hợp kim dài 2m và có đường kính 0,4 mm. Điện trở này được ngâm trong một nhiệt lượng kế bằng đồng có khối lượng 167g chứa 600g nước.

b. Một bình điện phân chứa dung dịch axit H_2SO_4, có điện cực bằng bạch kim. Một ống nghiệm dùng để thu đồng thời hai loại khí ở cả hai cực.

c. Một bình điện phân đựng dung dịch bạc $AgNO_3$ có các điện cực bằng bạc.

Cho dòng điện chạy trong mạch trong 30 phút thì thu được 1,37 g bạc và nhiệt lượng kế nóng thêm 6,2 ^0C.

1. Tính thể tích của hỗn hợp khí thu được ở điều kiện tiêu chuẩn.

2. Tìm điện trở nhúng trong nhiệt lượng kế, từ đó suy ra điện trở suất của hợp kim.

Nhiệt dung riêng của đồng: 0,09 cal/g.độ

Nguyên tử lượng của bạc: 108

Hướng dẫn:

1. Cường độ dòng điện:

$$I = \frac{1,37.96500}{108.1800} = 0,68A$$

Trong bình điện phân axit, 96500C giải phóng $11200cm^3$ khí hydrô và $5600cm^3$ khi ôxy, tức là $16800cm^3$ hỗn hợp khí. Thể tích khí thu được trong 30 phút :

$$v = \frac{16800.0.68.1800}{96500} = 213cm^3$$

2. Trong việc hấp thụ nhiệt lượng đồng tương đương với một lượng nước :167.0.09 = 15.03 g và tổng lượng nước sẽ là :

$$15 + 600 = 615 \text{ g}$$

Nhiệt lượng nước hấp thu để nóng thêm $6,2^0 C$

$$Q = 615.6,2 = 3816 \text{ calo}$$

Theo định luật Joule - Lentz:

$$Q = 0{,}24\ RI^2t$$

ta rút ra được: $R = 19{,}2\Omega$

và điện trở suất của hợp kim:

$$\rho = 120\ \mu\Omega.\text{cm}$$

Bài toán IV.4.15

Mắc một bình điện phân dung dịch axit và một bình điện phân dung dịch $CuSO_4$ (có hai cực bằng đồng) nối tiếp vào hai cực một nguồn điện có suất điện động 31,6 V. Sau một phút thu được 16 cm^3 hỗn hợp khí ở bình thứ nhất.

Biết suất phản điện của bình điện phan axit bằng 1,6V. Tìm:

1. Lượng đồng thoát ra ở catốt bình $CuSO_4$

2. Cường độ dòng điện

3. Điện trở toàn mạch.

4. Thay hai điện cực đồng bằng hai điện cực bạch kim cùng kích thước. Sau một phút chỉ còn thu được 17,6cm^3 hỗn hợp khí. Giải thích tại sao và tìm suất phản điện của bình điện phân $CuSO_4$. Cu = 63,6.

Đáp số: 1. 6180C 2. 0,71A

3. 17,5Ω 4. 0,67V

Chương V

BÀI TOÁN ĐỊNH LƯỢNG VỀ TỪ TRƯỜNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

1. Một điểm tích chuyển động sinh ra chung quanh nó một từ trường. Dòng điện do các điểm tích chuyển dời có hướng tạo thành cũng sinh ra chung quanh nó một từ trường.

Đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của từ trường về mặt tác dụng lực là cảm ứng từ B, được định nghĩa :

$$B = \frac{F}{Il}$$

Cảm ứng từ là một đại lượng vectơ có chiều vuông góc với dòng điện và lực điện từ

Đơn vị của cảm ứng từ là tesla (T)

Cảm ứng từ của từ trường dòng điện thẳng dài :

$$B = 2.10^{-7}\frac{I}{r}$$

r là khoảng cách vuông góc từ dòng điện đến điểm cần tính cảm ứng từ.

Cảm ứng từ của từ trường dòng điện tròn:

$$B = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}$$

R là bán kính vòng tròn

Cảm ứng từ của từ trường đều trong lòng ống dây có dòng điện chạy qua:

$$B = 4\pi .10^{-7} n I$$

n là số vòng dây

2. Từ trường được biểu diễn bằng những đường cảm ứng từ .Đó là những đường mà tiếp tuyến ở mọi điểm có phương trùng với vectơ cảm ứng từ tại những điểm đó.

Chiều của đường cảm ứng từ tại một điểm là chiều của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó.

3. Một dây dẫn có dòng điện chạy qua nằm trong một từ trường sẽ bị từ trường tác dụng một lực gọi là lực điện từ .

Lực điện từ có chiều được xác định theo quy tắc bàn tay trái và có độ lớn:

$$F = BIl \sin\alpha$$

α là góc hợp bởi chiều dòng điện và chiều của vectơ cảm ứng từ.

Dựa vào quy tắc cái đinh vít và quy tắc bàn tay trái, ta xác định được: hai dòng điện song song cùng chiều hút nhau ,ngược chiều đẩy nhau.

Lực điện từ mà dòng điện dài tác dụng lên một đoạn dòng điện có chiều dài l nằm song song với nó:

$$F = \frac{2.10^{-7} I_1 I_2 l}{r}$$

4. Một điểm tích q chuyển động trong một từ trường sẽ bị từ trường tác dụng một lực, gọi là lực Lorentz, có chiều được xác định theo quy tắc bàn tay phải đối với chuyển động của điểm tích dương và có độ lớn:

$$F_L = Bqv \sin \alpha$$

α là góc hợp bởi chiều vectơ vận tốc và chiều của vectơ cảm ứng từ.

5. Số đường cảm ứng từ đi qua một mặt nào đó gọi là từ thông qua mặt đó.

Trong từ trường đều:

$$\Phi = BS \cos\alpha$$

α là góc hợp bởi chiều của pháp tuyến và chiều đường cảm ứng từ

Φ là một đại lượng vô hướng và có đơn vị là Vêbe (Wb)

6. Trong mọi trường hợp khi từ thông qua mặt một vòng dây biến đổi thì trong vòng dây suất hiện một xuất điện động cảm ứng và nếu vòng dây khép kín mạch thì trong nó có một dòng điện cảm ứng.

Chiều dòng điện cảm ứng được xác định theo định luật Lentz.

Suất điện động cảm ứng trung bình trong một ống dây gồm N vòng:

$$E_{tb} = N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

Khi một đoạn dây chuyển động cắt các đường cảm ứng từ thì trong đoạn dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng và nếu đoạn dây khép kín mạch thì trong nó có một dòng cảm ứng. Chiều của dòng cảm ứng được xác định theo quy tắc bàn tay phải.

Suất điện động cảm ứng trong đoạn dây:

$$e = Blv\,\sin\alpha$$

α là góc hợp bởi chiều chuyển động của dây và chiều đường cảm ứng từ.

6. Khi dòng điện qua một ống dây biến thiên thì trong ống dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng được gọi là suất điện động tự cảm:

$$E = L\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

L là hệ số tự cảm có đơn vị là henri (H)

Qua hệ thống kiến thức trên ta thấy có các loại bài toán sau:

5.1. BÀI TOÁN VỀ CẢM ỨNG TỪ CỦA TỪ TRƯỜNG DÒNG ĐIỆN

Cảm ứng từ là một đại lượng vectơ nên giải bài toán về cảm ứng từ là giải bài toán về phép tính vectơ. Do đó điều đầu tiên là phải vẽ các vectơ cảm ứng từ của từ trường do từng dòng điện sinh ra rồi vẽ vectơ cảm ứng từ tổng hợp.

Vectơ cảm ứng từ của từ trường dòng điện thẳng nằm trên mặt phẳng vuông góc với dòng điện và có chiều được xác định theo quy tắc cái đinh vít. Vectơ này vuông góc với bán kính của đường cảm ứng từ.

Vectơ cảm ứng từ của từ trường ở tâm O dòng điện tròn nằm vuông góc với mặt phẳng dòng điện tại tâm và có chiều được xác định theo quy tắc cái đinh vít.

Vectơ cảm ứng từ của từ trường đều trong lòng ống dây có dòng điện chạy qua nằm song song với trục ống dây và có chiều đi từ cực nam đến cực bắc.

Trên cơ sở hình vẽ, tính vectơ tổng hợp theo các vectơ thành phần bằng các định lý hình học.

Ví dụ V.1.1

Có hai dòng điện song song cùng chiều, cùng cường độ $I_1 = I_2 = 10A$ *chạy trong hai dây dẫn cách nhau 10 cm. Tìm cảm ứng từ tại các điểm sau (nằm trên cùng một mặt phẳng vuông góc với các dòng điện):*

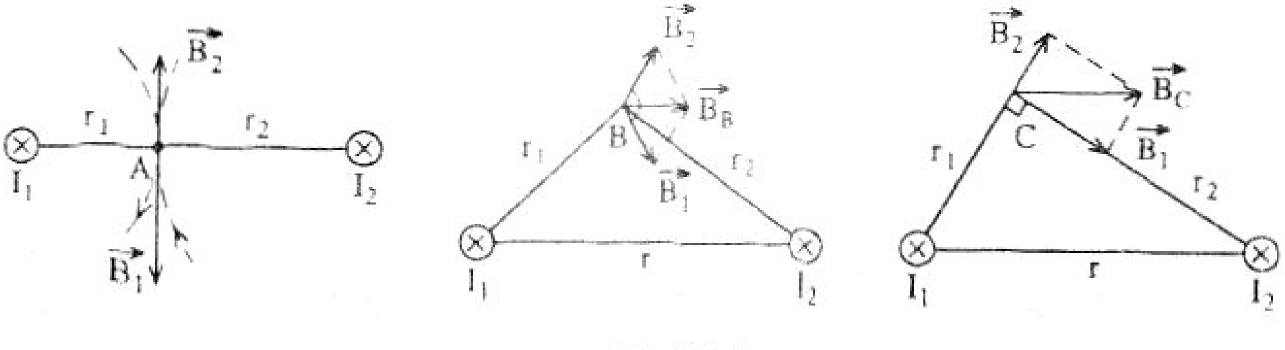
1. Điểm A cách I_1 *4 cm, cách* I_2 *6 cm.*

2. Điểm B cách đều I_1 *và* I_2 *những khoảng 8 cm.*

3. Điểm C cách I_1 *6 cm và cách* I_2 *8 cm.*

Bài giải:

Cảm ứng từ tại một điểm trong từ trường của dòng điện


$\vec{B_2}$
r_1
r_2
I_1
A
I_2
$\vec{B_1}$
$\vec{B_2}$
$\vec{B_B}$
r_1
B
r_2
$\vec{B_1}$
r
I_1
I_2
$\vec{B_2}$
$\vec{B_C}$
r_1
C
$\vec{B_1}$
r_2
r
I_1
I_2

Hình 5.1.1

thẳng được tính theo công thức:

$$B = \frac{2.10^{-7} I}{r}$$

$$B_1 = \frac{2.10^{-7} I_1}{r_1} \qquad B_2 = \frac{2.10^{-7} I_2}{r_2}$$

Các vectơ cảm ứng từ được vẽ ở hình 5.1.1

Thay số ta được:

1. Tại A: $B_1 = 0,5.10^{-4}$ T $B_2 = 0,33\ .10^{-4}$ T

Hai vectơ B_1 và B_2 ngược chiều:

$B_A = B_1 - B_2 = 0,\ 17$ T

2. Tại B: $B_1 = B_2 = 0,25.10^{-4}$ T

dùng tam giác đồng dạng ta có:

$$\frac{B_B}{2\sqrt{r_1^{\ 2} - \left(\frac{r}{2}\right)^2}} = \frac{B_1}{r_1} \Rightarrow B_B = 0,39.10^{-4}\,\mathrm{T}$$

3 . Tại C : $B_1 = 0,33.10^{-4}$ T ; $B_2 = 0,25.\ 10^{-4}$ T

dùng định lí Pythagore:

$$B_C = \sqrt{B_2^{\ 2} + B_1^{\ 2}} = 0,414.10^{-4}\,\mathrm{T}$$

Ví dụ V.1.2

Có ba dòng điện song song $I_1 = I_2 = 2$ A cùng chiều, $I_3 = 4$A ngược chiều với hai dòng kia, chạy trong ba dây dẫn đi qua ba đỉnh của một tam giác đều có cạnh là $a = 10\sqrt{3}$ cm và vuông góc với mặt phẳng tam giác.

Tìm cảm ứng từ ở tâm O tam giác và trung điểm A một cạnh

Bài giải:

1. Tìm B_O

Tám tam giác cách đều các dòng điện những khoảng $r_1 = r_2 = r_3 = \frac{a\sqrt{3}}{3} = 10$ cm. Tại O có ba cảm ứng từ:

$$B_1 = B_2 = \frac{2.10^{-7}.2}{0,1} = 4.10^{-6}T$$

$$B_3 = \frac{2.10^{-7}.4}{0.1} = 8.10^{-6}T$$

Các vectơ cảm ứng từ được vẽ ở hình 5.1.2a

$$B_{12} = B_1 = 4.10^{-6}\ T$$

$$B_O = B_3 - B_{12} = 12.10^{-6}T$$

2. Tìm B_A

Có hai trường hợp:

+ A là trung điểm của cạnh I_1I_2 :

Các vectơ cảm ứng từ được vẽ ở hình 5.3a:

Hai vectơ B_1 và B_2 ngược chiều và cùng độ lớn nên $B_{12} = 0$

Cảm ứng từ ở A chỉ là cảm ứng từ của từ trường dòng I_3:

$$B_A = B_3 = \frac{2.10^{-7}.4}{0,15} = 53.33.10^{-7}T$$

+ A là trung điểm của cạnh I_1I_3 :

Các vectơ cảm ứng từ được vẽ ở hình 5.1.2c:

A cách 2 dòng I_2 và I_3 những khoảng bằng $5\sqrt{3}$ cm và cách I_1 một khoảng 0,15cm

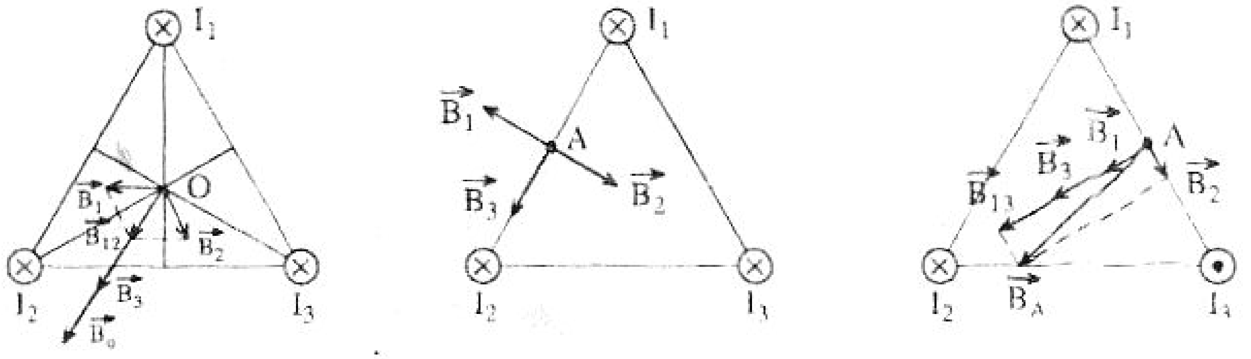
$$B_2 = \frac{2.10^{-7}.2}{0,15} = 26,66.10^{-7}\,T$$

$$B_1 = \frac{2.10^{-7}.2}{0,05\sqrt{3}} = 46,18.10^{-7}\,T$$

$$B_3 = \frac{2.10^{-7}.4}{0,05\sqrt{3}} = 92,36.10^{-7}\,T$$

$$B_{13} = B_1 + B_3 = 138,54.10^{-7}\,T$$

$$\Rightarrow B_A = \sqrt{B_{13}^{\ 2} + B_2^{\ 2}} = 141.10^{-7}\,T$$


I1
O
$\vec{B}_1$
$\vec{B}_{12}$
$\vec{B}_2$
$\vec{B}_3$
$\vec{B}_o$
I2
I3
I1
$\vec{B}_1$
A
$\vec{B}_3$
$\vec{B}_2$
I2
I3
I1
$\vec{B}_1$
A
$\vec{B}_3$
$\vec{B}_{13}$
$\vec{B}_2$
I2
$\vec{B}_A$
I3

Hình 5.1.2

Ví dụ V.1.3

Một dòng điện cường độ I_1 = 10A chạy trong một dây dẫn uốn tròn bán kính R = 10cm và một dòng điện cường độ I_2 = 20A chạy trong một dây dẫn thẳng nằm vuông góc với mặt phẳng vòng dây này. Dây dẫn thẳng cách tâm O của vòng tròn mộ khoảng r = 20 cm. Tìm cảm ứng từ tại tâm O vòng tròn

Bài giải:

Các vectơ cảm ứng từ được vẽ ở hình 5.1.3

Vectơ cảm ứng từ B_1 của từ trường dòng I_1 nằm vuông góc với mặt vòng dây tròn tại O và có độ lớn:

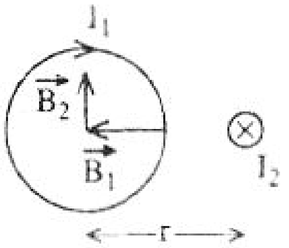
$$B_1 = \frac{2.\pi.10^{-7}I_1}{R} = \frac{6,28.10.10^{-7}}{0,1} = 6,28.10^{-5}T$$

Vectơ cảm ứng từ B_2 của từ trường dòng I_2 nằm trên mặt phẳng vuông góc với dây dẫn thẳng và trên mặt phẳng dây dẫn tròn, có độ lớn:

$$B_2 = \frac{2.10^{-7}I_2}{r} = \frac{2.10^{-7}.20}{0,2} = 2.10^{-5}T$$

Hai véc tơ B_1 và B_2 vuông góc với nhau tại O nên theo Pythagore:

$$B = \sqrt{B_1^{\ 2} + B_2^{\ 2}} = 6,59.10^{-5}T$$



Hình 5.1.3

Ví dụ V.1.4

Một ống dây dài có 1200 vòng dây quấn thành một lớp dài 20cm. Khi cho dòng điện chạy qua các vòng dây, cảm ứng từ của từ trường dòng điện bên trong ống là $B = 7,5.10^{-3}T$. Tìm cường độ dòng điện

Bài giải:

Áp dụng công thức:

$$B = 4\pi.10^{-7}nI$$

với n = 1200: 0,2 = 6000

$$I = \frac{7,5.10^{-3}}{12,56.10^{-7}.6.10^{3}} \approx 1A$$

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán V.1.1

Có 5 dòng điện song song cùng chiều cùng cường độ $I = 10$ chạy qua 5 dây dẫn đi qua 5 đỉnh một lục giác đều có cạnh là $= 10cm$ và vuông góc với mặt phẳng lục giác. Tìm cảm ứng từ đỉnh còn lại.

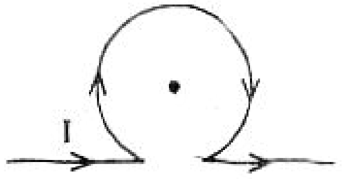
Đáp số: $4.1.10^{-5}$

Bài toán V.1.2

Có hai dòng $I_1 = 10A$ và $I_2 = 20A$ chạy qua hai dây dẫn nằn vuông góc với nhau và cách nhau 20cm. Tìm cảm ứng từ của t trường hai dòng điện tại một điểm cách dòng I_1 một khoảng cm và cách dòng I_2 một khoảng 12 cm.

Đáp số: $4\,16.10^{-5}$

Bài toán V.1.3



Hình 5.1.4

Một dây dẫn thẳng dài có một phần được uốn thành một vòng tròn có bán kính $R = 6$ cm như hình vẽ 5.1.4. Cho một dòng điện cường độ $I = 3,75A$ chạy trong dây. Tìm cảm ứng từ ở tâm vòn dây.

Hướng dẫn:

Ở tâm vòng dây có hai cảm ứng từ B_1 và B_2 của từ trường ha dòng điện chạy trong vòng dây tròn và trong đoạn dây thẳng.

Vectơ B_1 vuông góc với mặt phẳng vòng dây có chiều t ngoài vào trong.

Vectơ B_2 cũng vuông góc với mặt phẳng vòng dây và có chiều từ trong ra.

Đáp số: $B = 2,68.10^{-5}$T

Bài toán V.1.4

Một sợi dây đồng có điện trở $R = 1,1\Omega$, đường kính $d = 0,8mm$ được quấn thành một ống có đường kính $D = 2cm$ và dài $L = 40cm$. Tìm cường độ dòng điện qua ống để cảm ứng từ của từ trường bên trong ống là $B = 6,28\ 10^{-3}$ T. Cho điện trở suất của đồng là $\rho = 1.76.10^{-8}\ \Omega m$. Tính hiệu điện thế giữa hai đầu ống dây.

Hướng dẫn:

Trước hết tính chiều dài *l* của dây đồng:

$$l = \frac{RS}{\rho} = \frac{R\pi d^2}{4\rho}$$

Tính số vòng dây trên một mét:

$$n = \frac{l}{L\pi D}$$

Tính cường độ dòng điện:

$$I = \frac{B}{4\pi.10^{-7}n} = 2$$

và hiệu điện thế : $U = RI = 2.2V$

Bài toán V.1.5

Một ống dây gồm 1200 vòng dây và có chiều dài $l = 20cm$. Trong lòng ống căng một sợi dây thẳng trùng với trục của ống. Cho một dòng điện cường độ $I_1 = 0,1A$ chạy qua các vòng dây và dòng điện cường độ $I_2 = 5A$. chạy qua dây dẫn thẳng. Tìm cảm ứng từ B tại một điểm nằm bên trong ống và cách sợi dây thẳng 1 cm.

Hướng dẫn:

Trong ống dây có hai cảm ứng từ B_1 và B_2 :

Vectơ B_1 song song với dây dẫn thẳng

Vectơ B_2 nằm trên mặt phẳng vuông góc với dòng điện thẳng.

Cảm ứng từ B bên trong ống: $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$

Đáp số: $0,756.10^{-4}$ T

5.2. BÀI TOÁN VỀ LỰC ĐIỆN TỪ VÀ LỰC LORENTZ

Thực chất của bài toán loại này là bài toán tĩnh học và bài toán động lực học. Vì thế tiến trình giải bài toán như sau:

Vẽ hình theo đầu bài

Dùng quy tắc bàn tay trái xác định chiều của các vectơ lực điện từ (hay lực Lorentz) tác dụng lên dòng diện (hay điểm tích (+) chuyển động). Cũng có thể dùng quy tắc về tương tác giữa hai dòng điện: cùng chiều hút nhau, ngược chiều đẩy nhau. Nếu có nhiều lực thì vẽ vectơ hợp lực

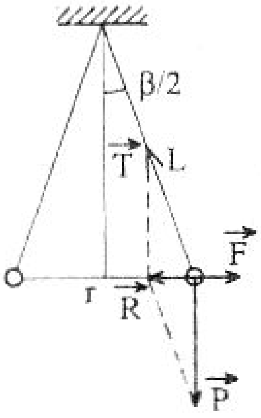
Tính các lực điện từ và lực Lorentz theo công thức và hợp lực theo các lực thành phần

Chú ý, nếu các thanh dây dẫn treo vào các sợi dây cần tính đến trọng lực và lực căng, nếu nó nằm trên mặt phẳng, cần chú ý thêm đến phản lực và lực ma sát.

Ví dụ V.2.1

Có hai dây dẫn bằng đồng, mỗi dây dài $l = 1m$ *và có khối lượng* $m = 10g$*, nằm ngang, treo vào 4 sợi dây thẳng đứng cùng chiều dài* $L = 2$ *m. Cho hai dòng điện cùng cường độ chạy qua* *hai sợi dây đồng thì thấy chúng đẩy nhau ra đứng ở vị trí mà các sợi dây treo lệch nhau một góc $\beta = 10^0$. Tìm cường độ dòng điện chạy qua mỗi sợi dây.*

Bài giải:



Hình 5.2.1

Hình 5.2.1 vẽ mặt cắt đứng thẳng của hai sợi dây ở vị trí cân bằng.

Mỗi sợi dây đồng chịu tác dụng của những lực : trọng lực P , lực căng T của hai sợi dây treo và lực tương tác điện từ.

Vectơ hợp lực R của lực căng T và trọng lực cân bằng với lực tương tác điện từ F:

$$R = F \qquad (1)$$

$$R = P\,\mathrm{tg}\,\beta/2 = mg\mathrm{tg}\,\beta/2$$

$$F = \frac{2.20^{-7}I^2l}{r} \quad \text{với} \quad r = 2L\sin\frac{\beta}{2}$$

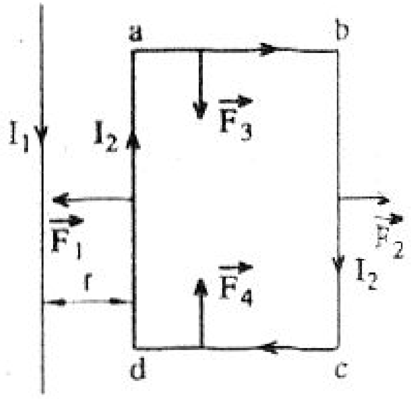
Thay vào phương trình (1):

$$mg\mathrm{tg}\frac{\beta}{2} = \frac{2.10^{-7}I^2l}{2L\sin\frac{\beta}{2}}$$

và rút ra: $$I = \sqrt{\frac{mg\,\mathrm{tg}\frac{\beta}{2}.2L\sin\frac{\beta}{2}}{2.10^{-7}l}} = 1{,}22.10^2\mathrm{A}$$

Ví dụ V.2.2

Một dây dẫn thẳng dài nằm trong cùng một mặt phẳng với một khung dây hình chữ nhật abcd với ab = m, bd = l (hình 5.2.2): dây dẫn song song với cạnh ad và cách ad một khoảng r. Cho một dòng điện cường độ I_1 *chạy trong dây dẫn và dòng điện cường độ* I_2 *chạy trong khung.*



Hinh 5.2.2

Tìm lực điện từ mà từ trường dòng I_1 *tác dụng lên dòng* I_2 *chạy trong khung.*

Bài giải:

Dòng điện I_2 chạy trong cạnh ad ngược chiều với dòng I_1 nên bị dòng này đẩy một lực.

$$F_1 = \frac{2.10^{-7} I_1 I_2 l}{r}$$

Dòng điện I_2 chạy trong cạnh cb cùng chiều với dòng I_1 nên bị dòng hút một lực F_2.

$$F_2 = \frac{2.10^{-7} I_1 I_2 l}{r + m}$$

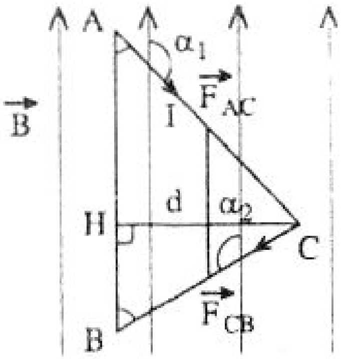
Điểm đặt của hai lực này đặt ở trung điểm mỗi cạnh.

Hai dòng điện I_2 chạy trong cạnh ab và dc cũng bị từ trường dòng I_1 tác dụng những lực điện từ có chiều được xác định theo quy tắc bàn tay trái như hình vẽ. Điểm đặt của hai lực F_3 và F_4 không nằm ở trung điểm các cạnh vì càng ra xa dòng I_1 từ trường càng yếu đi. Hai lực này cùng phương, ngược chiều và cùng độ lớn nên cân bằng nhau. Vì thế lực mà từ trường dòng I_1 tác dụng lên dòng I_2 chỉ là hợp lực của hai lực F_1 và F_2:

$$F = F_1 - F_2 = 2.10^{-7} I_1 I_2 l \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+m} \right)$$

Ví dụ V.2.3

Một khung dây hình tam giác ABC có diện tích là S , nằm trong một từ trường đều có cảm ứng từ là B và cạnh AB song song với đường cảm ứng từ. Cho một dòng điện cường độ I chạy trong khung. Tìm mômen của ngẫu lực làm quay khung.



Hình 5.2.3

Bài giải:

Vì dòng điện chạy trong cạnh AB song song với đường cảm ứng từ nên không có lực điện từ tác dụng lên nó.

Dùng quy tắc bàn tay trái ta thấy lực điện từ tác dụng lên dòng điện I chạy cạnh AC có chiều từ trong ra và lực điện từ tác dùng lên dòng điện I chạy trong cạnh CB có chiều từ ngoài vào. Vì dòng điện I nằm trong từ trường đều nên điểm đặt của hai lực đều nằm ở trung điểm hai cạnh (hình 5.2.3).

Lực tác dụng lên cạnh AC:

$$F_{AC} = BI.AC \sin \alpha_1$$

góc α_1 và góc B bù nhau nên $\sin \alpha_1 = \sin B$

và $F_{AC} = BI.AC \sin B = BI.AH = F$

Lực tác dụng lên cạnh CB:

$$F_{CB} = BI.CB \sin \alpha_2$$

góc α_2 và góc C bù nhau nên $\sin \alpha_2 = \sin C$

và $$F_{CB} = BI.CB \sin C = BI.AH = F$$

Vậy hai lực F_{AC} và F_{CB} song song, ngược chiều và cùng độ lớn. Chúng hợp thành một ngẫu lực và có mômen:

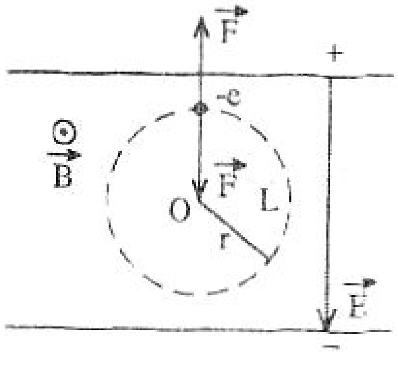
$$M = Fd$$

với $d = \dfrac{AB}{2}$

$$M = BI.CH\,\frac{AB}{2} = BIS$$

Ví dụ V.2.4

Một chùm electron bay với cìng vận tốc vào trong khoảng hai tấm kim loại đặt song song và cách nhau một khoảng $d = 2{,}4$ *cm. Vận tốc của các êlectron song song với hai tấm. Bên trong hai tấm có một từ trường đều có cảm ứng từ* $B = 6{,}2.10^{-4}$*T hướng từ bên trong khoảng mặt phẳng hình vẽ ra. Dưới tác dụng của lực Lorentz các êlectron chuyển động theo quỹ đạo tròn có bán kính* $r = 1{,}8$*cm. Nếu đặt vào hai tấm kim loại một hiệu điện thế* $U = 29{,}3$*V thì các êlectron chuyển động song song với hai tấm. Tìm tỷ số giữa điện tích và khối lượng của electron, khôi lượng của nó biết nó có điện tích* $e = -1{,}6.10^{-19}$ *culông.*



Hình 5.2.4

Bài giải:

Khi không có điện trường, từ trường tác dụng lên êlectron với lực Lorentz và chính lực này giữ vai trò lực hướng tâm làm cho electron chuyển động tròn đều:

$$F_L = F_{ht}$$

$$Bev = \frac{mv^2}{r} \qquad (1)$$

Khi có điện trường, êlectron còn chịu tác dụng của lực điện trường:

$$F = eE = e\frac{U}{d}$$

Muốn cho electron chuyển động thẳng thì hai lực F_L và F phải cân bằng nhau (hình 5.2.4).

$$Bev = \frac{eU}{d}$$

Vận tốc của êlectron: $v = \frac{U}{Bd}$

Thay v vào phương trình (1) ta được:

$$\frac{e}{m} = \frac{U}{B^2dr} = 1,77.10^{11}\ C/kg$$

Khối lượng của êlectron:

$$m = \frac{1,6.10^{-19}}{1,77.10^{11}} = 9.1.10^{-31}\ kg$$

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

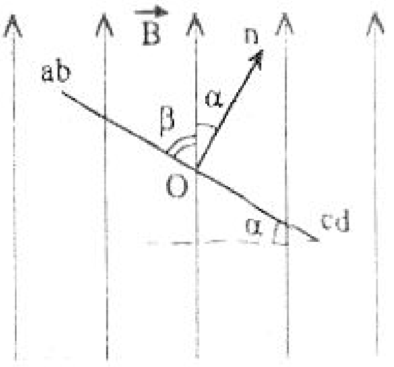
Bài toán V.2.1

Một thanh đồng dài l = 1m có khối lượng m = 100g treo nằm ngang bởi hai sợi dây thẳng đứng có chiều dài bằng nhau trong một từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,2T hướng thẳng đứng từ dưới lên. Cho một dòng điện cường độ I = 2A chạy trong thanh đồng. Hỏi các sợi dây treo lệch với phương thẳng đứng một góc bằng bao nhiêu?

Đáp số: $21,8^0$

Bài toán V.2.2

Một khung dây bẹt có bán kính 25 cm, gồm 75 vòng dây nằm trong một từ trường đều có cảm ứng từ B =0,25T. Mặt phẳng khung hợp với các đường cảm ứng từ một góc $\beta = 60^0$ (hình vẽ 5.2.5). Cho một dòng điện 8A chạy qua các vòng dây. Tìm mômen của các lực điện từ làm quay khung dây.



Hình 5.2.5

Đáp số: M = NBISsin α = 17.72 Nm

Bài toán V.2.3

Một êlectron và một proton ở rất xa nhau và đang chuyển động tròn đều trong một từ trường đều. Tìm tỷ số vận tốc góc của hai hạt biết khối lượng của proton lớn gấp 1836 lần khối lượng của electron.

Đáp số: 1836 lần

V.3. BÀI TOÁN VỀ HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ VÀ HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong một vòng dây khi từ thông qua mặt phẳng vòng dây biến thiên và trong đoạn dây khi nó chuyển động cắt các đường cảm ứng từ của từ trường.

Dòng điện cảm ứng chỉ xuất hiện khi vòng dây hay đoạn dây được khép kín mạch

Dòng điện cảm ứng xuất hiện lại nằm ngay trong từ trường bao giờ cũng bị từ trường tác dụng lực. Đối với đoạn dây chuyển động trong từ trường thì lực điện từ tác dụng lên dòng cảm ứng bao giờ cũng ngược chiều chuyển động của thanh (dùng quy tắc bàn tay phải và quy tắc bàn tay trái sẽ thấy rõ điều này)

Chiều của dòng điện cảm ứng trong vòng dây được xác định theo định luật Lentz: "dòng điện cảm ứng phải có chiều như thế nào để từ trường do nó sinh ra chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó".Vì thế muốn xác định chiều dòng cảm ứng cần:

+ Xác định chiều từ trường ngoài đi qua mặt vòng dây.

+ Dùng định Lentz xác định chiều từ trường dòng cảm ứng: nếu từ thông tăng thì từ trường dòng cảm ứng ngược chiều, nếu từ thông giảm thì từ trường dòng cảm ứng cùng chiều.

+ Dùng các quy tắc cái đinh vít, hay quy tắc chiêu quay của kim đồng hồ xác định chiều dòng điện cảm ứng.

Chú ý rằng công thức:

$$E = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

Chỉ dùng để tính suất điện động cảm ứng trung bình

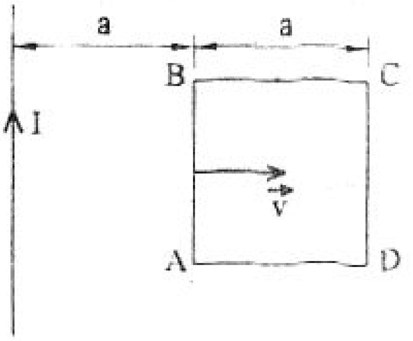
Để thuận lợi, có thể biến đổi tỷ số $\Delta\Phi$ thành dạng khác:

Nếu B biến thiên thì $\Delta\Phi = S\cos\alpha\,\Delta B$

Nếu S biến thiên thì $\Delta\Phi = B\cos\alpha\,\Delta S$

Nếu α biến thiên thì $\Delta\Phi = B\,S\,\Delta\cos\alpha$

Ví dụ V.3.1



Hình 5.3.1

Một khung dây dẫn hình vuông ABCD, có các cạnh là a nằm trong từ trường của một dòng điện thẳng có cường độ I như hình vẽ 5.3.1. Cạnh AB nằm tại điểm cách dòng điện một đoạn a và có cảm ứng từ là B, cạnh CD ở điểm có cảm ứng từ là B/2. Cho khung chuyển động tịnh tiến với vận tốc v ra xa dòng điện thẳng.

Tìm suất điện động cảm ứng trong khung. Bỏ qua từ trường tạo bởi dòng điện trong khung.

Bài giải:

1. Dùng công thức $E = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ để tính suất điện động cảm ứng trung bình trong khung.

Sau khoảng thời gian Δt khung dây chuyển động từ vị trí 1 đến vị trí 2 như hình 5.3.2. Khi đó từ thông qua mặt phẳng khung đã giảm đi một lượng:

$$\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = B_1.AB.v.\Delta t - B_2.CD.v.\Delta t$$

Thay $AB = CD = a$, $B_1 = B$ và $B_2 = B/2$

ta có:

$$\Delta\Phi = \frac{Bav\Delta t}{2}$$

Do đó, suất điện động cảm ứng $E = \dfrac{Bav}{2}$

2. Dùng công thức $e = Blv\sin\alpha$

Khi khung chuyển động chỉ có các cạnh AB và CD cắt các đường cảm ứng từ và trong chúng xuất hiện suất điện động cảm ứng :

$$e_{AB} = Bav$$

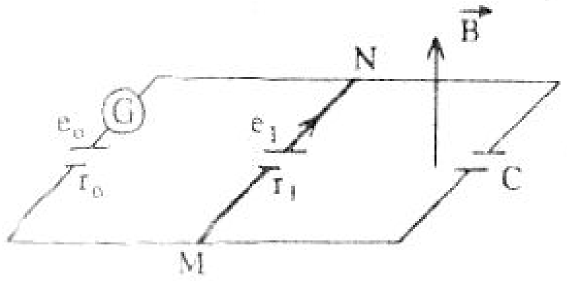
$$e_{CD} = \frac{B}{2}av$$

Vì 2 suất điện động cảm ứng ngược chiều nên suất điện động cảm ứng trong khung:

$$e = e_{AB} - e_{CD} = \frac{Bav}{2}$$

Ví dụ V.3.2

Có hai thanh kim loại điện trở nhỏ không đáng kể nằm song song trên mặt phẳng ngang và cách nhau, l = 20cm, trong một từ trường đều



Hình 5.3.2

có cảm ứng từ $B = 2T$ hướng thẳng đứng từ dưới lên (hình 5.3.2. Một đầu của hai thanh được nối vào hai cực một nguồn điện có suất điện động e_0 và điện trở trong r_0 qua một điện kế nhạy có điện trở không đáng kể, một đầu được nối với một tụ điện có điện dung $C = 5\ \mu F$.

Đặt lên trên hai thanh kim loại một thanh hợp kim MN có điện trở $r_1 = 0,2\Omega$ và nằm vuông góc với chúng thì thấy kim G chỉ 0,6 A. Cho thanh hợp kim chuyển động tịnh tiến với vận tốc không đổi $v_1 = 3\ m/s$ nhưng không mất tiếp xúc với hai thanh kim loại thì thấy G chỉ số 0.

2. Tìm suất điện động e_0 và điện trở trong r_0 của nguồn điện.

1. Đã cho thanh hợp kim chuyển động theo chiều nào?

3. Tìm điện tích của tụ điện khi thanh hợp kim đứng yên và chuyển động.

4. Đặt thêm một thanh hợp kim thứ hai CD giống như thanh trước và cho cả hai thanh cùng chuyển động. Nếu cho thanh thứ nhất chuyển động như cũ thì thấy kim chỉ 0,6A và giữ nguyên chiều cũ. Hỏi đã cho thanh thứ hai chuyển động theo chiều nào và với vận tốc v_2 bằng bao nhiêu?

Bài giải:

1. Khi thanh hợp kim MN đứng yên, chỉ có dòng điện của nguồn e_0 chạy thành mạch kín:

$$I_o = \frac{e_o}{r_1 + r_2} = \frac{e_o}{0,2 + r_o} = 0,6 \quad (1)$$

Khi thanh MN chuyển động cắt các đường cảm ứng từ thì trong thanh xuất hiện một suất điện động cảm ứng e_1:

$$e_1 = Blv \sin \alpha = 2.0,\ 2.3 = 1,2V$$

Vì không có dòng điện trong mạch nên có thể suy ra rằng hai nguồn e_0 và e_1 mắc xung đối, tức là:

$$e_0 = e_1 = 1{,}2V$$

và từ (1) suy ra $r_0 = 1{,}8\Omega$

2. Dùng quy tắc bàn tay phải ta xác định được thanh MN chuyển động về phía nguồn e_0.

3. Khi thanh MN đứng yên hiệu điện thế U_{MN0}:

$$U_{MN0} = I_0 r_1 = 0,6.0,2 = 0{,}12V$$

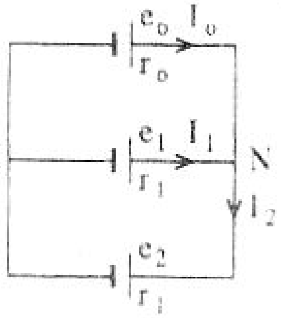
Điện tích q_0 của tụ điện:

$q_0 = CU_{MN0} = 0{,}6\mu C$

Khi thanh MN chuyển động hiệu điện thế $U_{MN1} = e_0 = 1{,}2V$

Điện tích q_1 của tụ điện:

$q_1 = CU_{MN1} = 6\ \mu C$



Hình 5.3.3

4. Khi thanh CD chuyển động trong thanh cũng xuất hiện một suất điện động cảm ứng $e_2 = Bl\,v_2$.Khi đó mạch điện có sơ đồ như hình 5.3.3.

Hiệu điện thế hai đầu thanh nguồn e_0:

$$U_{NM} = e_0 - I_0 r_0 = 1{,}2 - 0{,}6.1{,}8 = 0{,}12V$$

Cường độ I_1' của dòng điện chạy qua nguồn e_1:

$$I_1 = \frac{U_{MN} + e_1}{r_1} = \frac{-0{,}12 + 1{,}2}{0{,}2} = 5{,}4A$$

Cường độ I_2 của dòng điện chạy qua nguồn e_2:

$$I_2 = I_0 + I_1' = 6A$$

Suất điện động cảm ứng e_2:

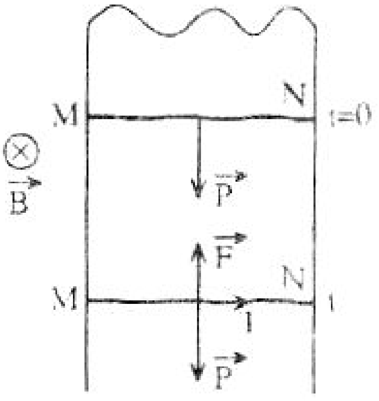
$$e_2 = U_{MN} + I_2r_1 = -0,12 + 6..0,2 = 1,08V$$

Thay vào: $v_2 = \dfrac{e_2}{Bl}$ ta được: $v_2 = 2,7m/s$

Dùng quy tắc bàn tay phải ta suy ra thanh CD chạy ra xa thanh MN.

Ví dụ V.3.3

Có hai thanh kim loại thẳng điện trở nhỏ không đang kể, nằm song song cách nhau một khoảng l, trên mặt phẳng thẳng đứng trong một từ trường đều có cảm ứng từ B đi vuông góc với mặt phẳng chứa hai thanh. Đầu trên hai thanh được nối đoản mạch. Áp ngang vào hai thanh một thanh đồng có khối lượng m, điện trở R (hình 5.3.4). Thả cho thanh đồng rơi không mất tiếp xúc và cũng không có ma sát với hai thanh kim loại.



Hình 5.3.4

Tìm vận tốc cực đại mà thanh đồng đạt được

Bài giải:

Lúc đầu, dưới tác dụng của trọng lực P = mg thanh đồng rơi và cắt các đường cảm ứng từ. Trong thanh xuất hiện một suất điện động cảm ứng:

$$e = Blv$$

Vì thanh đồng được khép kín mạch nên trong thanh có một dòng điên cảm ứng có chiều được xác dịnh theo quy tắc bàn tay phải như hình vẽ (từ N đến M) và có cường độ I:

$$I = \frac{e}{R} = \frac{Blv}{R}$$

Dòng điện cảm ứng vừa xuất hiện bị từ trường tác dụng một lực điện từ F có chiều được xác định theo quy tắc bàn tay trái (hướng từ dưới lên) và có độ lớn:

$$F = BIl = \frac{B^2l^2v}{R}$$

Như vậy trong quá trình rơi thanh đồng chịu tác dụng của hai lực: trọng lực P và lực điện từ F, và nó rơi với gia tốc a:

$$a = \frac{P - F}{m}$$

Vì P > F nên a > 0, thanh đồng rơi nhanh dần.

Vì rơi nhanh dần nên vận tốc tăng dần làm cho lực điện từ cũng tăng dần và gia tốc a giảm dần (nhưng vẫn luôn luôn dương) cho đến khi bằng 0.

Khi đó trọng lực P cân bằng với lực điện từ cực đại và thanh đồng cũng đạt tới vận tốc cực đại:

$$P = F_{max}$$

$$v_{max} = \frac{B^2l^2v_{max}}{R}$$

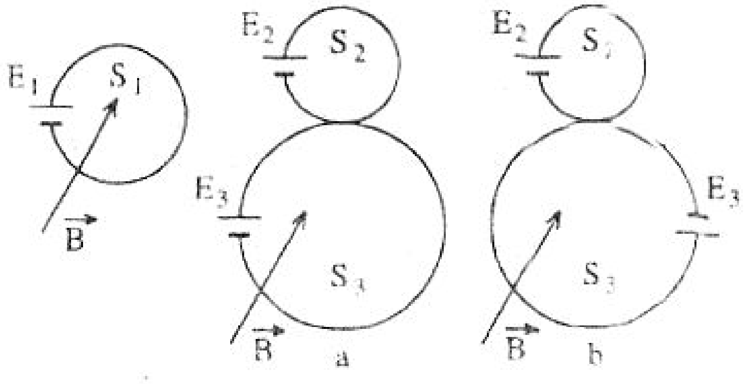
Từ đó rút ra :

$$v_{max} = \frac{mgR}{B^2l^2}$$

Ví dụ V.3.4

Có hai vòng dây: một hình tròn có diện tích S_1 và một hình số tám có diện tích S_2 và S_3 uốn theo hai dạng như hình vẽ

5.3.5, nằm trên cùng một mặt phẳng trong một từ trường đé đang biến thiên đều. Nếu suất điện động cảm ứng trong vòng tròn là E_1 thì suất điện động cảm ứng trong vòng dây số tám là bao nhiêu?



Hình 5.3.5

Bài giải:

Vì các vòng dây nằm trong cùng một từ trường đang biế thiên đều nên vận tốc biến thiên của từ thông qua mặt các vòn dây là như nhau. Nhưng do diện tích của chúng khác nhau nê suất điện động cảm ứng trong các vòng dây lại khác nhau.

Giả sử, trong thời gian Δt cảm ứng từ biến thiên một lượn ΔB ta có:

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{S\cos\alpha.\Delta B}{\Delta t}$$

Vận dụng công thức tổng quát cho từng vòng dây:

+ Suất điện động cảm ứng trong vòng dây tròn:

$$E_1 = \frac{\Delta B\cos\alpha S_1}{\Delta t} \quad (1$$

+ Vòng dây số tám gồm hai vòng nên có hai suất điện độn cảm ứng:

$$E_2 = \frac{\Delta B\cos\alpha S_2}{\Delta t} \quad \text{và} \quad E_3 = \frac{\Delta B\cos\alpha S_3}{\Delta t} \quad (2$$

So sánh (2) và (3) với (1) ta được

$$E_2 = E_1 \frac{S_2}{S_1} \quad ; \quad E_3 = E_1 \frac{S_3}{S_1}$$

ở vòng dây số tám hình 5.3.6a : hai suất điện động cảm ứng mắc nối tiếp nên:

$$E_{23} = E_2 + E_3 = E_1 \frac{S_2 + S_3}{S_1}$$

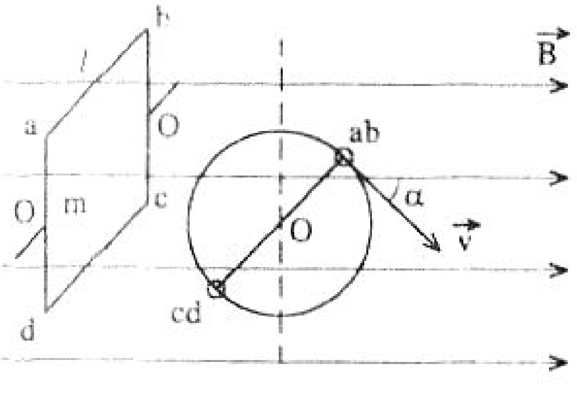
Ở vòng dây số tám hình 5.3.6b : hai suất điện động cảm ứng mắc xung đối nên:

$$E_{23} = |E_2 - E_3| = E_1 \frac{|S_2 - S_3|}{S_1}$$

Ví dụ V.3.5

Một khung dây hình chữ nhật abcd với ab = l , cd = m, gồm N vòng dây, quay đều với vận tốc n vg/s chung quanh một trục ở giữa nằm vuông góc với đường cảm ứng từ của một từ trường đều có cảm ứng từ B. Ở thời điểm ban đầu mặt phẳng khung vuông góc với đường cảm ứng từ.

1. Tìm suất điện động cảm ứng ở thời điểm t kể từ khi khung bắt đầu quay.



Hình 5.3.6

2. Tìm suất điện động cảm ứng trung bình trong khung trong thời gian khung dây đã quay được β^0 kể từ vị trí ban đầu.

Bài giải:

1. Trong quá trình khung quay, hai cạnh cb và da không cắt các đường cảm ứng từ nên trong chúng không có suất điện động cảm ứng. Vì thế ta chỉ tính suất điện động cảm ứng trong hai cạnh ab và cd đang chuyển động tròn đều.

Giả sử sau t giây khung quay một góc $\varphi = \omega t = 2\pi nt$ và đến thời điểm t khung ở vị trí như hình 5.3.6:

Suất điện động cảm ứng e_C trong mỗi cạnh ab và cd là:

$$e_C = Blv \sin\alpha$$

Hai suất điện động này cùng chiều nên suất điện động e_V trong một vòng dây là: .

$$e_V = 2\,e_C = 2Blv \sin\alpha$$

Suất điện động cảm ứng trong khung gồm N vòng dây là:

$$e = Ne_V = 2NBlv \sin\alpha$$

vì các cạnh ab va cd chuyển động tròn nên là vận tốc tiếp tuyến:

$$v = R\omega = \frac{m}{2} 2\pi n$$

$$\alpha = \varphi = 2\pi\, nt$$

nên: $$e = 2NB\, lm\, \pi\, n \sin 2\pi\, nt$$

Khi $\sin 2\pi\, nt = 1$ thì $e = E_{ma} = 2NB\, lm\, \pi\, n$

2. Suất điện động cảm ứng trung bình được tính theo công thức sau:

$$E_{Bb} = N \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t}$$

$$|\Delta \Phi| = |\Phi - \Phi_0| = |BS \cos\beta - BS \cos 0| = BS|\cos\beta - 1|$$

Δt được tính như sau:

Khung quay n vòng mất 1 giây

Khung quay 1 vòng mất 1/n giây

Khung quay φ^0 mất $\Delta t = \dfrac{\varphi^0}{360^0 n}$ giây

$$E_{tb} = \frac{NBS\left|\cos\beta - 1\right| 360n}{\varphi}$$

MỘT SỐ BÀI TOÁN ÁP DỤNG

Bài toán V.3.1

Có hai vòng dây: một hình vuông có cạnh là a và một hình tròn có bán kính R nằm trên cùng một mặt phẳng trong một từ trường đều đang biến thiên đều. Nếu suất điện động cảm ứng trong vòng dây hình vuông là E_1 thì suất điện động cảm ứng E_2 trong vòng dây tròn bằng bao nhiêu?

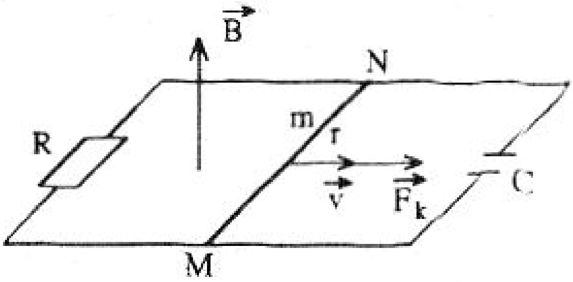
Đáp số: $E_2 = E_1 \dfrac{\pi R^2}{a^2}$

Bài toán V.3.2

Có hai thanh kim loại điện trở nhỏ không đáng kể nằm song song trên mặt phẳng ngang trong một từ trường đều có cảm ứng từ B = 2T hướng thẳng đứng từ dưới lên. Khoảng cách hai thanh là l = 40cm. Một đầu của hai thanh được nối với nhau bằng một điện trở R = 0,8Ω. Phía trên hai thanh đặt một thanh hợp kim MN có khối lượng m = 100g, điện trở r = 0,2Ω, nằm vuông góc với hai thanh kia (hình 5.3.7). Hệ số ma sát trượt giữa các thanh là k = 0,2 thanh.

Hỏi phải dùng một lực nằm ngang bằng bao nhiêu để kéo thanh MN chuyển động tịnh tiến với vận tốc $v = 0,5m/s$ theo phương song song với hai thanh kia.

Hướng dẫn:



Hình 5.3.7

Dưới tác dụng của lực kéo F_K thanh MN chuyển động cắt ngang các đường cảm ứng từ nên trong thanh xuất hiện một suất điện động cảm ứng $e = Blv$. Suất điện động này sinh ra một dòng điện chạy trong thanh có chiều từ M đến N và qua R có cường độ I:

$$I = \frac{Blv}{R + r}$$

Dòng điện này lại nằm trong từ trường nên bị từ trường tác dụng một lực điện từ có chiều ngược chiều chuyển động của thanh và có độ lớn $F = BIl$

Như vậy thanh MN chịu tác dụng của 5 lực: trọng lực P và phản lực N cân bằng nhau, lực kéo F_K ,lực ma sát $F_{ms} = k\,mg$ và lực điện từ F. Vì thanh MN chuyển động đều nên:

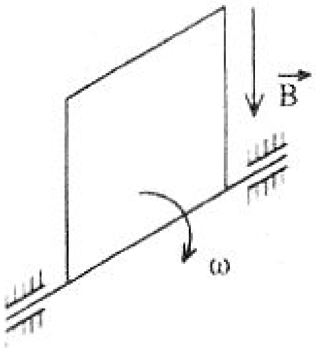
$$F_K = F_{ms} + F$$

Đáp số: $F_K = 0,52N$

Bài toán V.3.3

Một khung dây hình chữ nhật có diện tích S quay đều với vận tốc góc ω chung quanh một cạnh trong một từ trường đều có cảm ứng từ B hướng từ trên xuống (hình 5.3.8). Tìm suất điện *động cảm ứng trong khung ở thời điểm mặt phẳng khung song song với từ trường.*

Đáp số: $E = BS\omega$

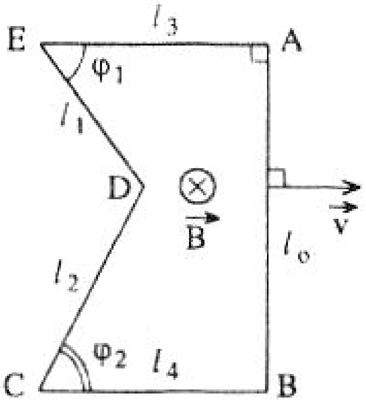


Hình 5.3.8

Bài toán V.3.4

Một khung dây dẫn ABCDE có hình dạng như hình 5.3.9 nằm vuông góc với các đường cảm ứng từ của một từ trường đều. Cho khung chuyển động tịnh tiến đều theo phương vuông góc với từ trường. Tìm suất điện động cảm ứng trong khung.

Hướng dẫn:



Hình 5.3.9

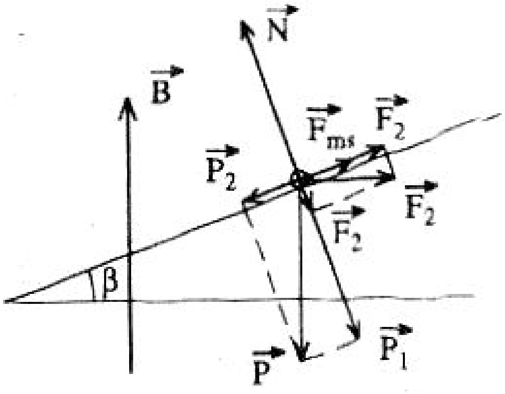
Có thể tính suất điện động cảm ứng trong khung bằng hai cách:

1. Vì khung chuyển động đều trong từ trường nên vận tốc biến thiên của từ thông qua mặt phẳng khung bằng 0, do đó suất điện động cảm ứng trong khung cũng bằng 0.

2. Tìm suất điện động cảm ứng trong từng đoạn dây CD, FD, AB bằng công thức $e = Blv \sin\alpha$ và dùng quy tắc bàn tay phải xác định chiều của các suất điện động này ta sẽ thấy tổng đại số các suất điện động trong ba cạnh bằng 0.

Bài toán V.3.5

Có hai thanh kim loại điện trở nhỏ không đáng kể ,nằm song song dọc theo đường dốc và cách nhau một khoảng l trên một mặt phẳng nghiêng một góc α so với phương ngang. Tất cả *nằm trong một từ trường đều có cảm ứng từ B hướng thẳng đứng từ dưới lên. Đầu dưới hai thanh nối với nhau bởi một điện trở R .Phía trên hai thanh đặt một thanh đồng có điện trở r, khối lượng m nằm vuông góc với hai thanh kia. Cho thanh đồng trượt tịnh tiến có ma sát xuống dưới thì thấy nó trượt đều với vận tốc v. Tìm hệ số ma sát trượt k.*



Hình 5.3.10

Hướng dẫn:

Khi thanh đồng trượt xuống dưới, nó cắt các đường cảm ứng từ và trong thanh xuất hiện một suất điện động cảm ứng $e = Blv\sin\beta$ (hình 5.3.10). Vì mạch điện khép kín mạch nên trong thanh đồng có một dòng điện cảm ừng có chiều từ trong ra và có cường độ:

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{Blv}{R + r}$$

Dòng điện này lại nằm trong từ trường nên bị từ trường tác dụng một lực điện từ F có chiều vuông góc với các đường cảm ứng từ và có độ lớn

$$F = BIl = \frac{B^2l^2v}{R + r}$$

Phân tích vectơ P thành hai thành phần: P_1 vuông góc và P_2 song song với mặt phẳng nghiêng

$$P_1 = mg\cos\alpha\ ,\quad P_2 = mg\sin\alpha$$

Phân tích vectơ $\vec{F}$ thành hai thành phần : $\vec{F_1}$ vuông góc và $\vec{F_2}$ song song với mặt phẳng nghiêng.

$$F_1 = F\sin\alpha\quad ,\quad F_2 = F\cos\alpha$$

Hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{P_1}$ ép thanh đồng vuông góc xuống mặt phẳng nghiêng nên lực ma sát trượt có độ lớn:

$$F_{ms} = k\,(F_1 + P_1)$$

Như vậy trong quá trình chuyển động xuống thanh đồng chịu tác dụng của các lực: có phương song song với mặt phẳng nghiêng: $\vec{P_2}$, lực ma sát F_{ms} , lực $\vec{F_2}$.

Vì thanh đồng trượt đều xuống nên ta có phương trình cân bằng lực theo phương chuyển động:

$$P_2 - F_{ms} - F_2 = 0$$

Thay các giá trị của các lực đã tính ở trên vào phương trình ta sẽ tính được hệ số ma sát k.

Chương VI

MỘT SỐ CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

Câu hỏi 6.1

Có hai quả cầu kim loại có bán kính $R_1 = 2R_2$ tích điện cùng dấu q_1 và q_2.

Tìm điện tích của mỗi quả cầu sau khi cho chúng tiếp xúc với nhau.

1. $q'_1 = q'_2 = \dfrac{q_1 + q_2}{2}$; 2. $q'_1 = q'_2 = \dfrac{q_1 - q_2}{2}$

3. $q'_1 = 2q'_{21} = \dfrac{2(q_1 + q_2)}{3}$; 4. $q'_2 = 2q'_1 = \dfrac{q_1 + q_2}{3}$

5. Cả 4 đáp số trên đều không đúng.

Chỉ ra một đáp số đúng

Câu hỏi 6.2

Electron có khối lượng $9{,}11.10^{-31}$ kg và có điện tích $1{,}6.10^{-19}$C. Hỏi giữa lực tương tác tĩnh điện F_C và lực hấp dẫn F_{hd} của hai êlectron lực nào lớn hơn và lớn hơn bao nhiêu lần?

1. $F_C > F_{hd}$ và $F_C = 4{,}2.\ 10^{42}\ F_{hd}$;   2. $F_C = F_{hd}$

3. $F_{hd} > F_C$ và $F_{hd} = 1{,}76.10^{11} F_C$

Chỉ ra một đáp số đúng

Câu hỏi 6.3

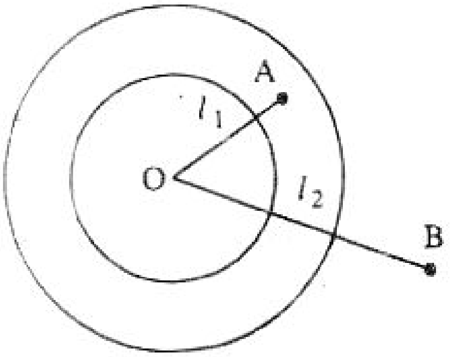
Tìm điện tích của tất cả các electron trong một kg đồng. Trong bao nhiêu lâu thì các electron chạy hết qua một sợi dây tóc bóng đèn được phát sáng với dòng điện có cường độ 0,28A?

Chỉ ra một đáp số sai:

1. $Q = 44.10^{6}C$ 2. $Q = 34.10^{6}C$ 3. $t = 157.10^{6}s$

Câu hỏi 6.4

Có hai quả cầu kim loại đặt đồng tâm tích điện cùng dấu Q_1 và Q_2 phân bố đều. Tìm cường độ điện trường tại những điểm O, A, B (hình 6.1) biết $OA = l_1$, $OB = l_2$



Hình 6.1

1. $E_A = \dfrac{kQ_1}{\varepsilon l_1^2}$; 2. $E_B = \dfrac{k(Q_1 + Q_2)}{\varepsilon l_1^2}$

3. $E_0 = 0$; 4. $E_0 = \infty$

Chỉ ra một đáp số sai:

Câu hỏi 6.5

Một êlectron đang bay với vận tốc v_0 thì chui vào trong điện trường của một tụ điện phẳng tích điện theo phương vuông góc với đường sức. Cường độ điện trường bên trong tụ điện là E. Chiều dài mỗi tấm tụ điện là l.

1. Trong điện trường êlectron bay theo quỹ đạo hình dạng thế nào?

2. Khi ló ra khỏi tụ quĩ đạo của êlectron lệch với phương vào một góc α bằng bao nhiêu? và có hình dạng như thế nào?

3. Tìm vận tốc của êlectron khi ló ra khỏi tụ điện

Bỏ qua trọng lực

1. Quỹ đạo là một đường parabon có cực tiểu

2. Quỹ đạo là một đường parabon có cực đại

3. $\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{eEl}{m{v_o}^2}$

4. Quỹ đạo sau khi ló ra khi tụ điện là đường thẳng

5. $v = \dfrac{eEl}{mv_o}$

Chỉ ra một đáp số sai

Câu hỏi 6.6

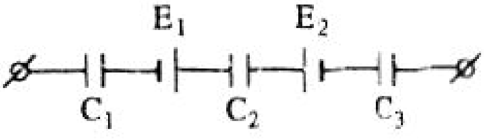
Có một tụ điện phẳng không khí. Hỏi điện dung của tụ điện biến đổi như thế nào khi:

1. Tịnh tiến một tấm ra xa tấm kia

2. Tịnh tiến một tấm theo phương song song với tấm kia

3. Đưa vào bên trong tụ điện một tấm điện môi song song với hai tấm.

4. Đưa vào bên trong tụ điện một tấm kim loại song song với hai tấm kia.



Hình 6.2

1. giảm 2. giảm 3. tăng 4. không đổi

Chỉ ra một đáp số sai

Câu hỏi 6.7

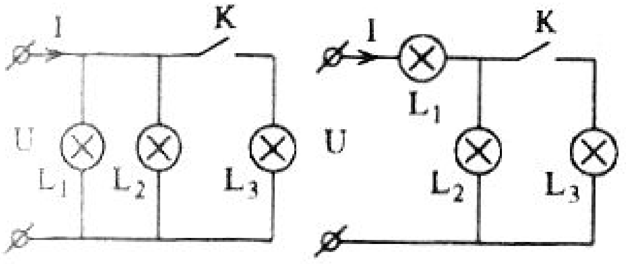
Tìm hiệu điện thế các tụ điện ở mạch điện hình 6 2. Biết $E_1 = 1V$, $E_2 = 2V$, $U_{AB} = 3V$, $C_1 = 20\mu F$, $C_2 = 30\ \mu F$, $C_3 = 60\mu F$.

Chỉ ra một đáp số sai:

1. $U_1 = 1V$ 2. $U_2 = 2/3V$ 3. $U_3 = 2V$

Câu hỏi 6.8

Ở mạch điện hình 6.3 độ áng của bóng đèn L_1 và L_2 và ường độ dòng điện I biến đổi hư thế nào khi đóng ngắt K?.


I
K
U
L1
L2
L3
I
K
L1
U
L2
L3

Hình 6.3

Chỉ ra một đáp số sai

mạch a: 1. Độ sáng của L_1 không thay đổi.

2. Cường độ I tăng lên

mạch b: 3. Độ sáng của L_1 tăng lên.

4. Độ sáng của L_2 tăng lên.

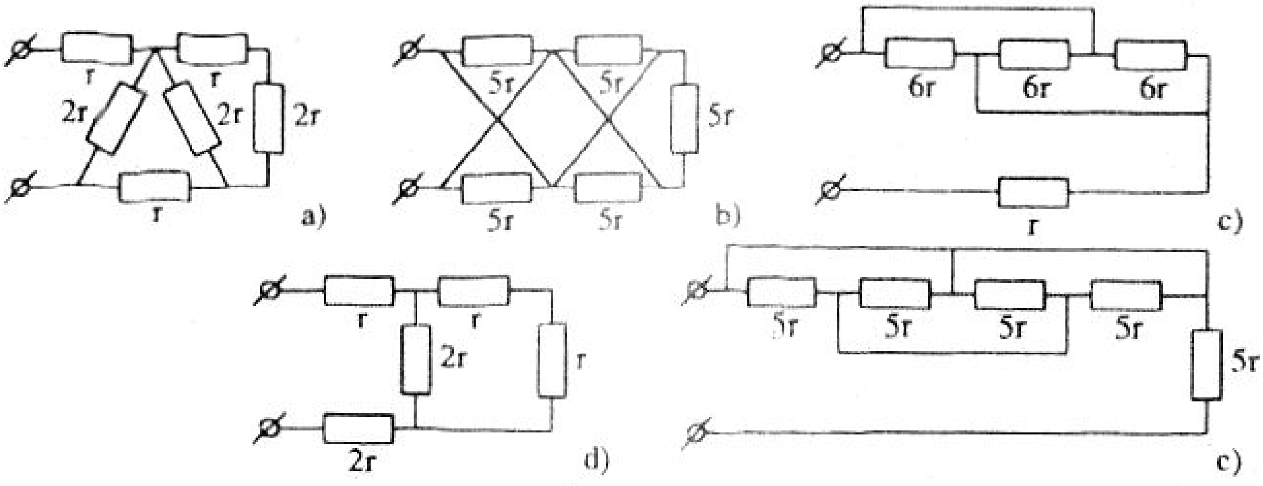
5. I tăng lên.

Câu hỏi 6.9

Tìm điện trở các mạch điện hình 6. 4:

Chỉ ra đáp số sai

1. $R_a = 2r$ 2. $R_b = 10\ r$ 3. $R_c = 3r$ 4. $R_d = 4r$. $R_e = r$


r
r
2r
2r
2r
r
a)
5r
5r
5r
5r
5r
b)
6r
6r
6r
r
c)
r
r
2r
r
2r
d)
5r
5r
5r
5r
5r
c)

Hình 6.4

Câu hỏi 6.10

Ở mạch điện hình 6.5 tìm điện trở mạch điện trong các trường hợp sau:

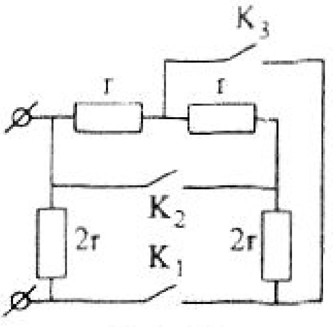
1. các khoá đều mở

2. khoá K_1 mở

3. khoá K_1 và K_2 mở

4. khoá K_1 và K_3 mở

5 . các khoá đều đóng

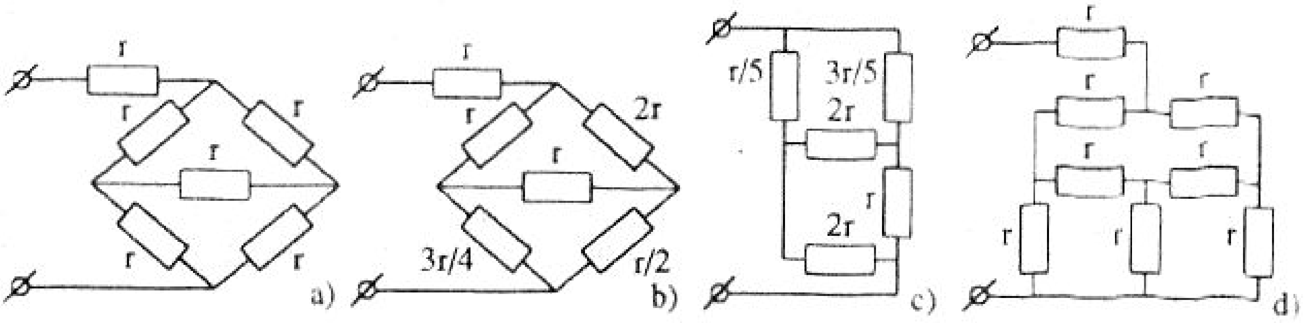

K3
r
r
K2
2r
2r
K1

Hình 6.5

Chỉ ra một đáp số sai

1.2r ; 2. 4 r/3 ; 3. 3r /2 ; 4. 2r /3 ; 5. r/3

Câu hỏi 6.11


r
r
r
r
r
r
a)
r
r
2r
r
3r/4
r/2
b)
r/5
3r/5
2r
r
2r
c)
r
r
r
r
r
r
r
r
d)

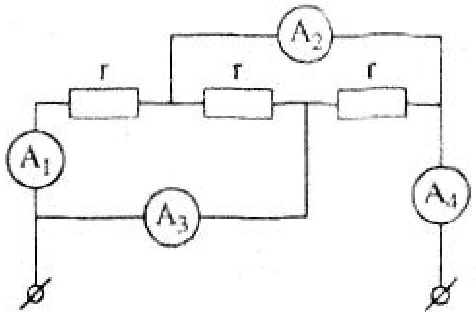
Hình 6.6

Tìm điện trở của mạch điện hình 6.6

Chỉ ra đáp số sai

1. $R_a = 2r$; $R_b = 2r$

3. $R_c = 9r/10$; 4. $R_d = 5r/2$


A2
r
r
r
A1
A3
A4

Hình 6.7

Câu hỏi 6.12

Ở mạch điện hình 6.7 các ampe kế chỉ bao nhiêu? Các

$R_A = 0$

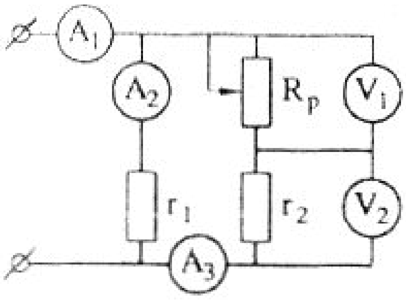
$U = 150V$, $r = 30\Omega$

Chỉ r mộta đáp số đúng

1. $I_1 = 5A$; 2.$I_2 = 10A$; 3.$I_3 = 5A$; 4. $I_4 = 15A$

Câu hỏi 6.13

Chỉ số các dụng cụ đo điện hình 6.8) biến đổi như thế nào hi dịch con chạy của biến trở R_p uống phía dưới ?


A1
A2
Rp
V1
r1
r2
V2
A3

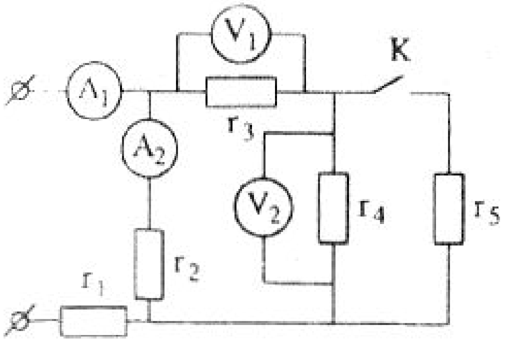
Hình 6.8

Chỉ ra một đáp số sai

1. U_1 giảm 2. U_2 tăng 3. $_1$ giảm 4. I_3 tăng 5. I_2 hông đổi

Câu hỏi 6.14

Chỉ số các dụng cụ đo điện mạch điện hình 6. 9 thay đổi hư thế nào khi đóng khoá K?


V1
K
A1
A2
r3
V2
r4
r5
r1
r2

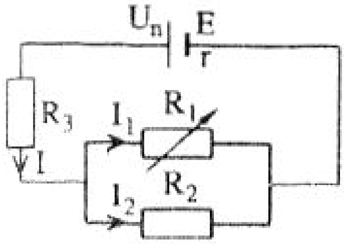
Hình 6.9

Chỉ ra một đáp số sai

1. I_1 tăng ; 2. I_2 giảm ; 3. U_1 tăng ; 4. U_2 tăng

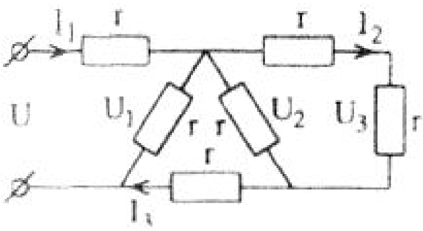
Câu hỏi 6.15

Ở mạch điện hình 6.10 hi tăng điện trở R_1 thì:


Un
E
r
R3
I1
R1
I
I2
R2

Hình 6.10

1. I_1 tăng 2. I_2 giảm 3. R giảm 4. U_n tăng


I1
r
r
I2
U
U1
r
r
U2
U3
r
r
I3

Hình 6.11

Chỉ ra một đáp số đúng

Câu hỏi 6.16

Ở mạch điện hình 6. 11 chỉ trong các quan hệ sau đây quan hệ nào không đúng?

1. $I_1 > I_2$ 2. $I_1 > I_3$ 3. $U_2 < U_1$ 4. $I_3 < I_2$

5. $U_3 < U_2 < U$

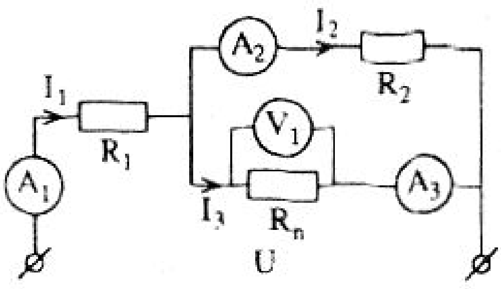
Câu hỏi 6.17

Ở mạch điện hình 6.12 số chỉ của các dụng đo điện thay đổi như thế nào khi đốt nóng cuộn dây đồng có điện trở R_n?

1. I_1 giảm 2. I_2 không biến đổi 3. I_3 giảm

4. U_1 tăng

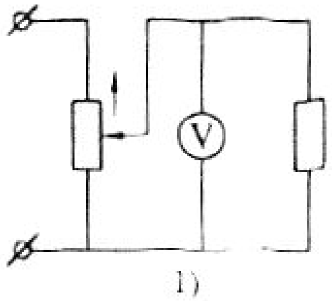
Chỉ ra một đáp số sai.



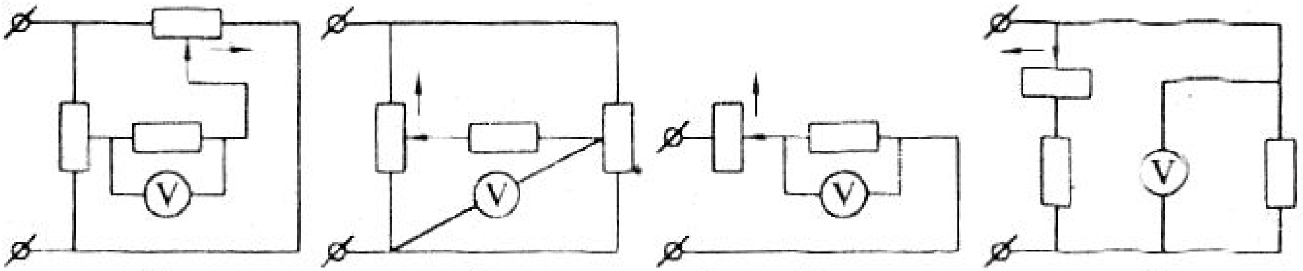
Hình 6.12

Câu hỏi 6.18

Ở mạch điện hình 6.13 chỉ



1)



2) 3) 4) 5)

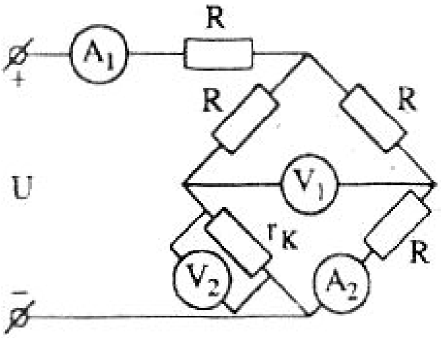
Hình 6.13

số các vôn kế điện thay đổi như thế nào khi dịch con chạy biến rở theo chiều mũi tên ? Các điện trở trong mạch giống nhau

1. tăng ; 2. tăng ; 3. tăng ; 4. tăng ; 5.tăng

Chỉ ra một đáp số sai

Câu hỏi 6.19



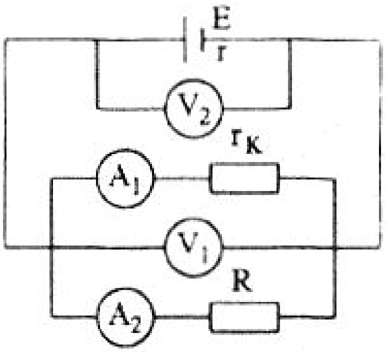
Hình 6.14

Ở mạch điện hình 6.14 hỉ số các dụng cụ đo điện hay đổi như thế nào khi đốt óng điện trở r_k bằng sắt biết ằng khi nguội điện trở này ó $r_k = r$?

1. U_1 tăng ; 2. I_2 tăng ; 3. U_2 giảm ; 4. I_1 giảm

Chỉ ra một đáp số sai

Câu hỏi 6.20



Hình 6.15

Ở mạch điện hình 6. 15chỉ số ác dụng cụ đo điện biến đổi như thế ào khi tăng r_k ?

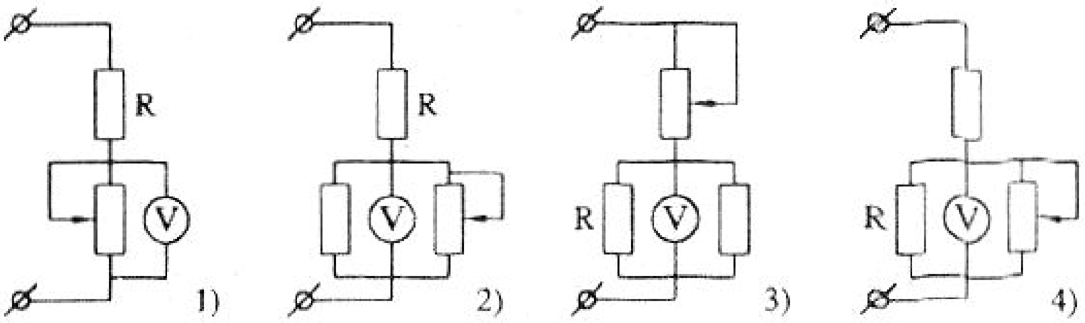
r_1 khi nguội = r

1. U_1 tăng ; 2. I_2 tăng ; 3. U_2 iảm ; 4. I_1 giảm

Chỉ ra một đáp số sai

Câu hỏi 6.21

Có 4 mạch điện hình 6.16 Hỏi ở từng mạch phải dịch con hạy của biến trở theo chiều nào để khi đốt nóng điện trở R bằng im loại chỉ số của vôn kế không thay đổi?



Hình 6.16

1. Dịch lên ; 2.Dịch lên ; 3. Dịch xuống ; 4. Dịch xuống

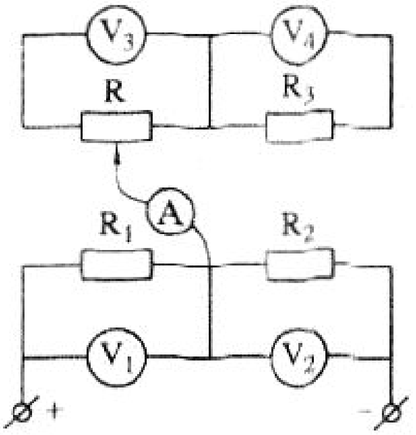
Chỉ ra một đáp số sai

Câu hỏi 6.22

Ở mạch điện hình 6.17 chỉ số các dụng cụ đo điện biến đổi như thế nào khi dịch con chạy của biến trở R về bên phải?

1. I_A giảm ; 2. U_2 giảm ; 3. U_1 tăng ; 4. U_4 tăng ; 5. U_3 giảm

Chỉ ra đáp số sai



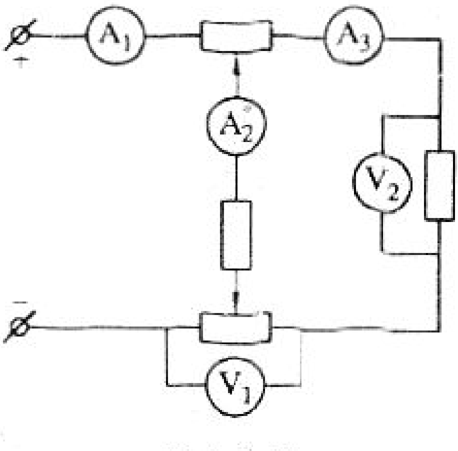
Hình 6.17

Câu hỏi 6.23

Ở mạch điện hình 6.18: lúc đầu các con chạy nằm đúng giữ các biến trở. Hỏi chỉ số các dụng cụ đo điện biến đổi như thế nào khi đồng thời dịch cả hai con chạy về bên phải?

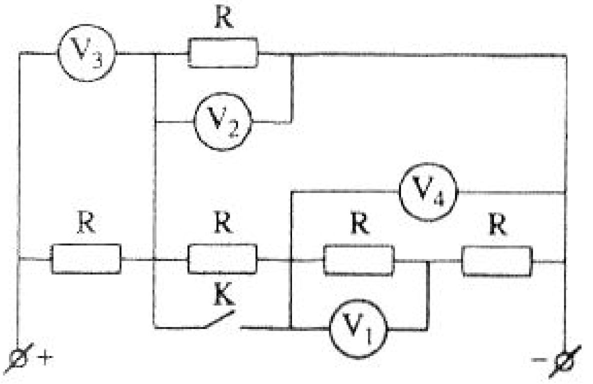
1. I_1 tăng ; 2. I_2 tăng ; 3. I_3 tăng ; 4. U_1 tăng ; 5. U_2 tăng

Chỉ ra một đáp số sai



Hình 6.18

Câu hỏi 6.24



R
V_3
V_2
V_4
R
R
R
R
K
V_1
+
-

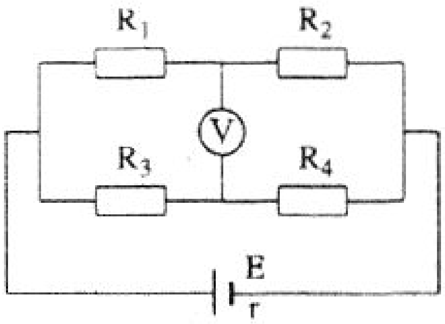
Hình 6.19

Ở mạch điện hình 6.19 chỉ số các vôn kế thay đổi như thế nào khi đóng khoá K?

1. U_1 tăng ; 2. U_2 tăng ; 3. U_3 tăng ; 4. U_4 tăng

Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.25



R_1
R_2
V
R_3
R_4
E
r

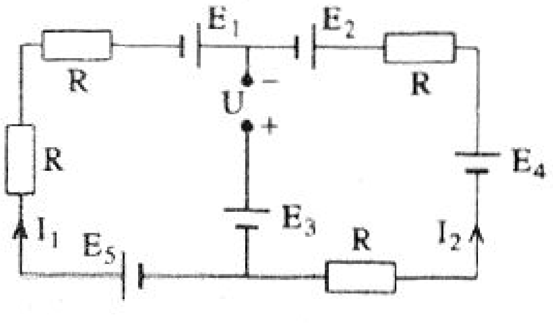
Hình 6.20

Xác định suất điện động của nguồn điện (hình 6.20) nếu $R_1 = R_4 = 20\Omega$, $R_2 = R_3 = 30\Omega$, $r = 0$. *Vôn kế chỉ 10V.*

1. 100V ; 2. 60V ; 3. 30V ; 4. 50V

Chỉ ra một đáp số đúng:

Câu hỏi 6.26



E_1
E_2
R
R
U
-
+
R
E_4
E_3
R
I_1
E_5
I_2

Hình 6.21

Xác định các cường độ dòng điện I_1 *và* I_2 *nếu* $E_1 = E_2 = E_3 = 20V$, $E_4 = E_5 = U = 40V$, $R = 10\Omega$ *(hình 6.21).*

Chỉ ra một đáp số đúng.

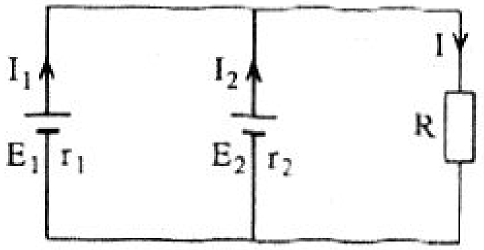
1. $I_1 = 6$ A , $I_2 = 4$ A   2. $I_1 = 2$ A ,$I_2 = 6$ A

3. $I_1 = 5$ A ,$I_2 = 1$ A   4. $I_1 = 4$ A , $I_2 = 2$ A ,

5. $I_1 = 2$ A , $I_2 = 1$ A

Câu hỏi 6.27

Ở mạch điện hình 6.22 : do một nguyên nhân nào đó nguồn điện E_1 bị hỏng điện trở trong r_1 của nó tăng lên. Hỏi các cường độ dòng điện I, I_1, I_2 và hiệu điện thế U biến đổi như thế nào biết rằng trước khi hỏng $E_1 = E_2$, $r_1 = r_2$



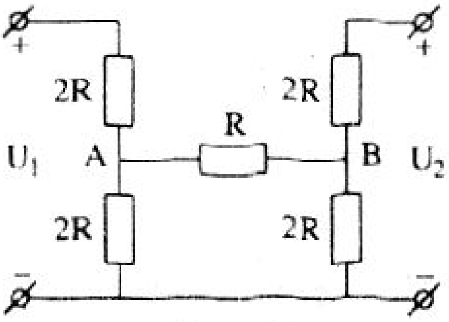
Hình 6.22

Chỉ ra một đáp số sai:

1. I_1 giảm ; 2. I_2 giảm ; 3. I giảm ; 4. U giảm

Câu hỏi 6.28

Chỉ số các dụng cụ đo mạch điện hình 6.23 biến đổi như thế nào khi đóng khoá K?



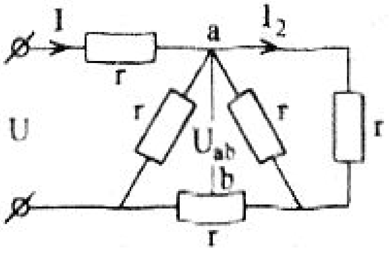
Hình 6.23

Chỉ ra một đáp số sai:

1. U_1 tăng ; 2. U_2 tăng 3. U_3 tăng ; U_4 tăng

Câu hỏi 6.29

Xác định hiệu điện thế U và cường độ dòng điện I (hình 6.24) nếu I_1 = 1A, r = 10Ω. Hiệu điện thế



Hình 6.24

U_{ab}, cường độ I_1 và công suất toàn mạch biến đổi như thế nào khi tăng hiệu điện thế U lên hai lần?

Chỉ ra một đáp số sai:

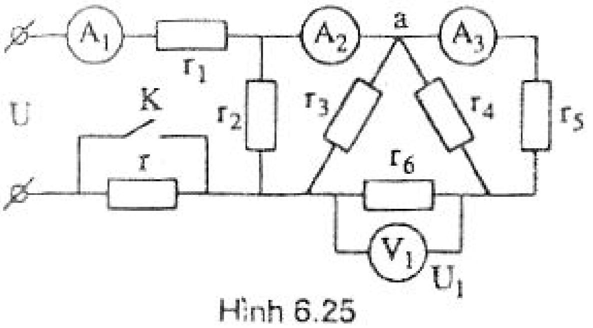
1. $I = 5A$; 2. $U = 80V$; 3. I_1 tăng lên 2 lần

4. U_{ab} tăng lên 2 lần ;

5. P tăng hai lần

Câu hỏi 6.30

Ở mạch điện hình 6.25: $U = 400V$, $r = 10\Omega$. Trước khi đóng khoá K:


A1
r1
A2
a
A3
U
K
r2
r3
r4
r5
r
r6
V1
U1

Hình 6.25

$I_1 = 20A$, $I_2 = 8A$, $I_3 = 2A$, $U_1 = 40V$,

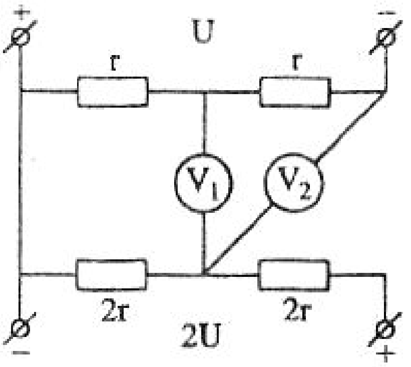
Sau khi đóng khoá K :

1. $I_1 = 40A$, 2. $I_2 = 24A$, 3. $I_3 = 4A$, 4. $U_1 = 80V$

Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.31

Xác định chỉ số của các vôn kế ở mạch điện hình 6.26


+
U
−
r
r
V1
V2
2r
2U
2r
−
+

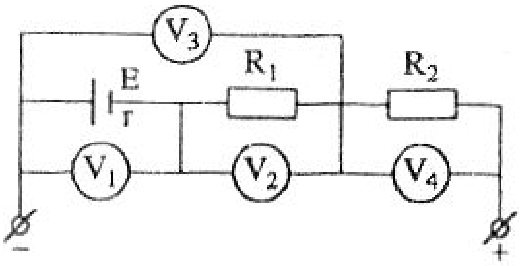
Hình 6.26

1. $U_1 = U$, $U_2 = 3U$; 2. $U_1 = 3U/2$, $U_2 = 2U$;

3. $U_1 = 2U$, $U_2 = U$; 4. $U_1 = 3U/4$, $U_2 = 3U/2$.

Chỉ ra một đáp số đúng

Câu hỏi 6.32


V3
E
r
R1
R2
V1
V2
V4
−
+

Hình 6.27

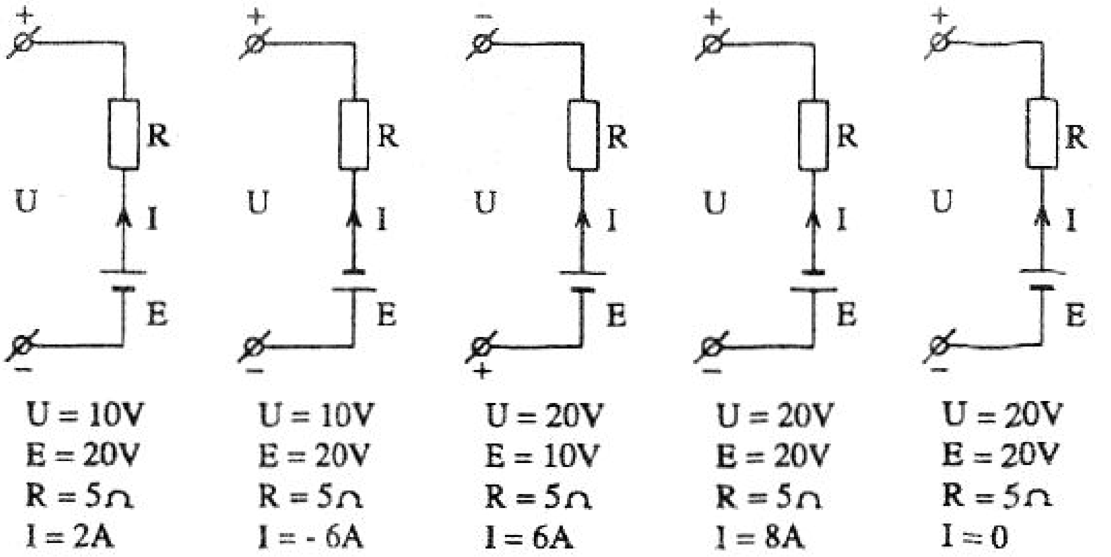
Ở mạch điện hình 6.27: E =

$50V$, $r = 0$, $R_1 = 550\Omega$, $R_2 = 150\Omega$, $U = 150V$.

Vôn kế nào chỉ sai?

1. $U_1 = 50V$; 2. $U_2 = 50V$; 3. $U_3 = 0$; 4. $U_4 = 50V$

Câu hỏi 6.33



+
R
U
I
E
−
U = 10V
E = 20V
R = 5Ω
I = 2A
+
R
U
I
E
−
U = 10V
E = 20V
R = 5Ω
I = - 6A
−
R
U
I
E
+
U = 20V
E = 10V
R = 5Ω
I = 6A
+
R
U
I
E
−
U = 20V
E = 20V
R = 5Ω
I = 8A
+
R
U
I
E
−
U = 20V
E = 20V
R = 5Ω
I = 0

Hình 6.28

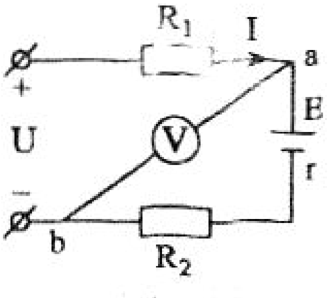
Với các số liệu ở các mạch điện hình 6. 28 thì mạch nào có cường độ không đúng?

Câu hỏi 6.34

Ở mạch điện hình 6.29 mối quan hệ giữa U, U_{ab} và E được xác lập như sau:

1. $U < U_{ab} < E$; 2. $U < E$; 3. $U_{ab} = E$; 4. $U > U_{ab} < E$; 5. $U > U_{ab} > E$

Chỉ ra một đáp số sai.

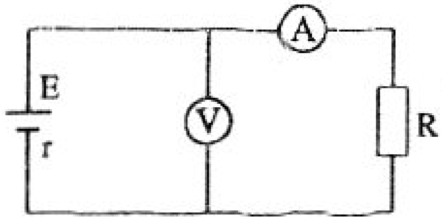


R_1
I
a
+
U
V
E
r
−
b
R_2

Hình 6.29

Câu hỏi 6.35

Xác định điện trở trong của



Hình 6.30

nguồn điện (hình 6.30) biết:

Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng 5A thì vôn kế chỉ 48V.

Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng 10A thì vôn kế chỉ 46V.

Trong các đáp số sau đáp số nào đúng

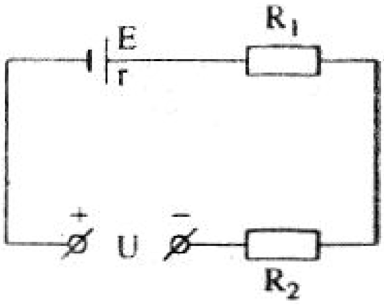
1. 10Ω ; 2. 4,8Ω ; 3. 1,6Ω ; 4. 0,4Ω ; 5. 0,8Ω

Câu hỏi 6.36

Xác định điện trở trong của nguồn điện ở mạch điện hình 6.31 biết $E = 70V$, $U = 30V$, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 38\Omega$, $U_1 = 20V$.

1. 2Ω ; 2. 0,2Ω ; 3. 1Ω

4. 0,1Ω ; 5. 0,4Ω

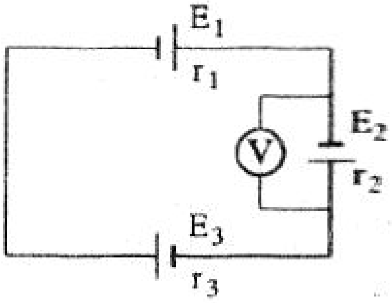


Hình 6.31

Chỉ ra một đáp số đúng

Câu hỏi 6.37

Ở mạch điện hình 6.32 với các thông số sau thì vôn kế chỉ một hiệu điện thế U:



Hình 6.32

1. với $E_1 = E_2 = E_3$ và $r_1 = r_2 = r_3$ thì $U = 0$

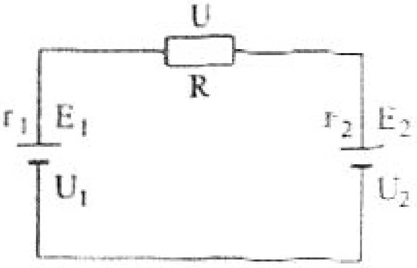
2. với $E_1 \neq E_2 \neq E_3$ và $r_1 = r_2 = r_3$ thì $0 < U \geq 0$

3. với $E_1 = E_2 = E_3$ và $r_1 \neq r_2 \neq r_3$ thì $U = 0$

4. với $E_1 < E_2 < E_3$ và $r_1 = r_2 = r_3$ thì $0 < U \geq 0$

Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.38


U
R
r_1
E_1
U_1
r_2
E_2
U_2

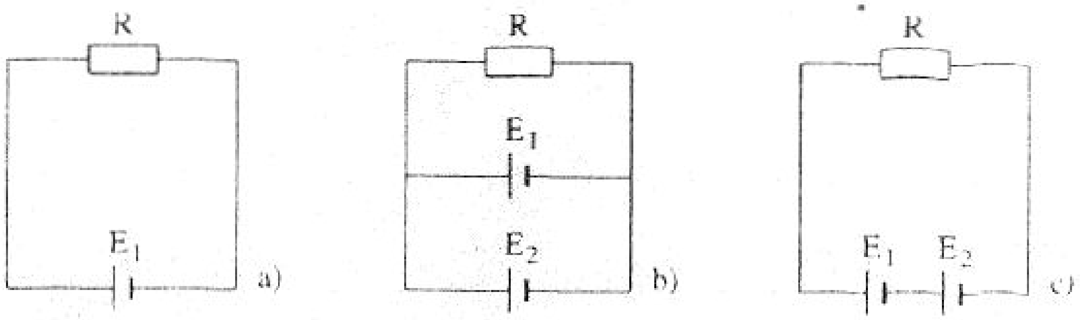
Hình 6.33

Những mối quan hệ sau đây giữa suất điện động với hiệu điện thế hai cực nguồn (hình 6.33)? Cho $E_1 > E_2$

1. $E_1 > U_1$; 2. $E_2 < U_2$; 3. $U_1 > U_2$; 4. $U > U_1$

Câu hỏi 6.39

Ở mạch điện hình 6.34 a công suất tiêu thụ ở điện trở R thay đổi như thế nào khi mắc thêm vào mạch một nguồn điện như thế nữa như ở hình 6.34 b và 6.34c?


R
E_1
a)
R
E_1
E_2
b)
R
E_1
E_2
c)

Hình 6.34

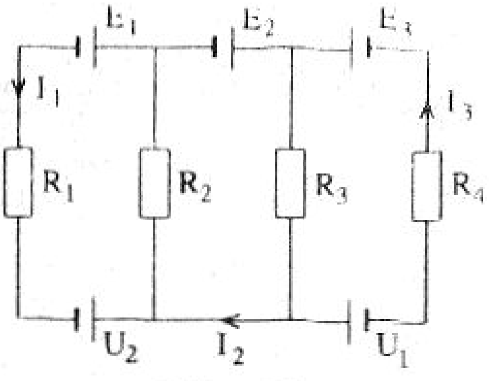
Sơ đồ b : 1. tăng ; 2. thực tế không thay đổi

Sơ đồ c : 3. tăng ; 4. thực tế không thay đổi

Chỉ ra một đáp số đúng.

Câu hỏi 6.40

Ở mạch điện hình 6.35 nguồn nào giữ vai trò nguồn thu, nguồn nào giữ vai trò nguồn phát và các hiệu điện thế U_1 *và* U_2 *thuộc loại nguồn nào?*


E_1
E_2
E_3
I_1
I_3
R_1
R_2
R_3
R_4
U_2
I_2
U_1

Hình 6.35

1. E_1 là nguồn thu ; 2. E_2 là nguồn thu ; 3. E_3 là nguồn phát ; 4. Nguồn có hiệu điện thế U_1 là nguồn thu ; 5. Nguồn có hiệu điện thế U_2 là nguồn phát

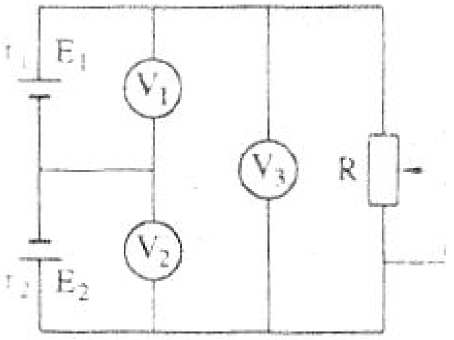
Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.41

Ở mạch điện hình 6.36 chỉ số các vôn kế thay đổi như thế nào khi dịch con chạy của biến trở R lên trên biết $E_2 > E_1$ *và* $r_1 = r_2 < R$

1. U_1 tăng ; 2. U_2 tăng ; 3. U_3 giảm

Chỉ ra một đáp số sai.



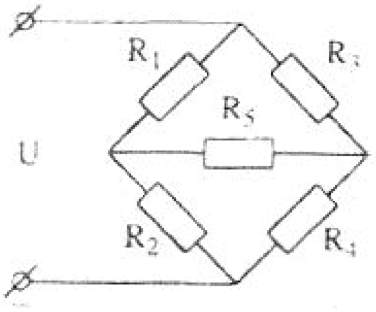
Hình 6.36

Câu hỏi 6.42

R_5 (hình 6.37) biết $U = 100V$, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 8\Omega$, $R_5 = 16\Omega$.

Chỉ ra một đáp số đúng:

1. 1,55A ; 2. 5A ; 3. 10A ;
4. 2A ; 5. 1A

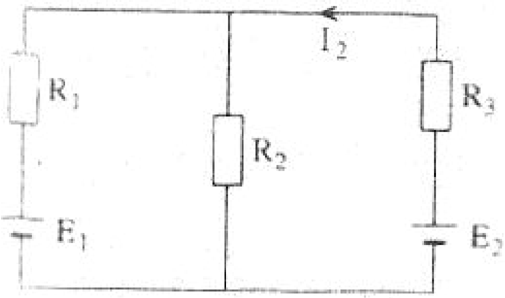


Hình 6.37

Câu hỏi 6.43

Với giá trị nào của suất điện động E_2 (hình 6.38) thì không có dòng điện qua nguồn đó?

Biết $E_1 = 150V$, $R_1 = 50\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 100\Omega$.



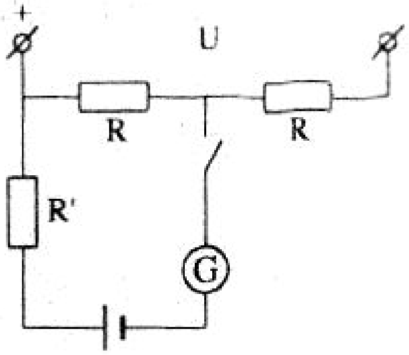
Hình 6.38

Chỉ ra một đáp số đúng:

1. 150V ; 2. 250V ; 3. 50V ; 4. 100V ; 5. 25V

Câu hỏi 6.44

Với suất điện động E của nguồn điện (hình 6.39) bằng bao nhiêu thì khi đóng khoá K kim điện kế không lệch đi?



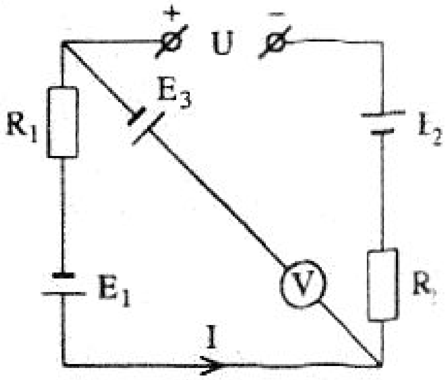
Hình 6.39

1. $E = U$; 2. $E = \frac{U}{2}$; 3. $E = \frac{UR'}{R}$

Chỉ ra một đáp số đúng

Câu hỏi 6.45

Ở mạch điện hình 6.40 : R_1 10Ω, $E_1 = 60V$, $E_2 = 20V$, $E_3 = 10V$, $U = 40V$. Vôn kế V chỉ bao nhiêu?



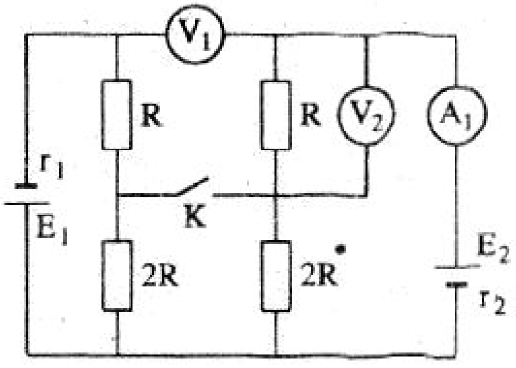
Hình 6.40

Chỉ ra một đáp số đúng:

1. 70V ; 2. 10V ; 3. 100V
4. 120V ; 5. 60V

Câu hỏi 6.46

Chỉ số các dụng cụ đo điện ở mạch hình 6.41 thay đổi như thế nào khi đóng ngắt K ?



Hình 6.41

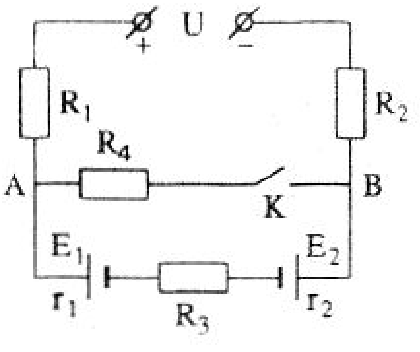
Cho $E_1 = E_2$ $r_1 = r_2$

1. I_1 tăng ; 2. U_2 tăng ;
3. $I_2 = 0$; 4. U_1 tăng

Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.47

Hiệu điện thế U_{AB} *ở mạch điện hình 6.42 biến đổi như thế nào sau khi đóng khoá K.*



Hình 6.42

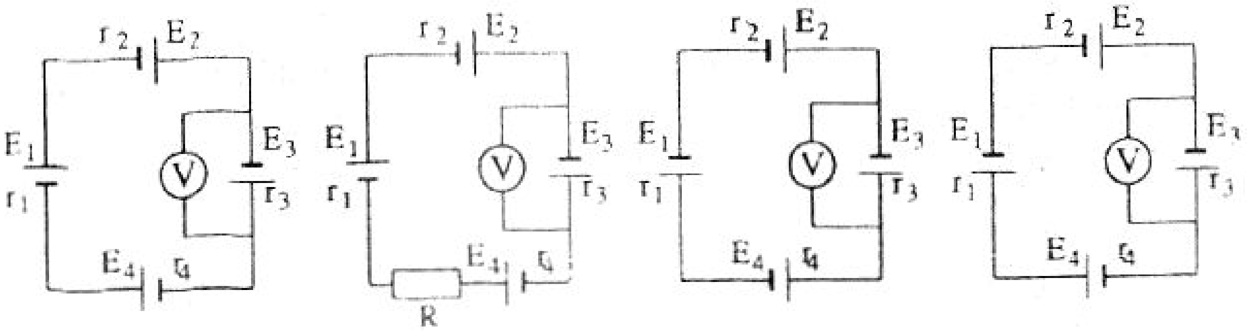
Cho $R_1 = R_2 = R_4 = 5\Omega$, $R_3 = 9\Omega$, $r_1 = r_2 = 0,5\Omega$, $E_1 = 30V$, $E_2 = 50V$, $U = 20V$.

Chỉ ra một đáp số đúng:

1. tăng ; 2. giảm ; 3. không biến đổi

Câu hỏi 6.48

Ở mạch điện hình 6.43: $E_1 = E_2 = E_3 = E_4$, $r_1 = r_2 = r_3 = r_4$



Hình 6.43

vôn kế chỉ:

1. $U = 0$ 2. $U \neq 0$ 3. $U = E_3$ 4. $U > E_3$

Chỉ ra một đáp số sai.

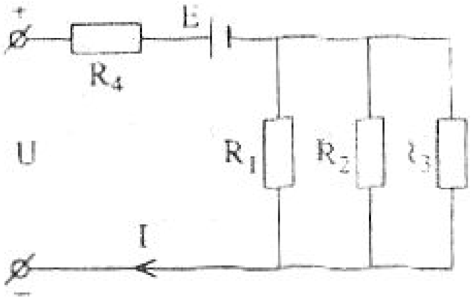
Câu hỏi 6.49

Ở mạch điện hình 6.44: $I = 40A$, $E = 20V$, $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 4\Omega$, R_4 5Ω. *Tìm hiệu điện thế U và cường độ* I_3.

1. $I_3 = 6A$; 2. $I_3 = 12A$;

3. $U = 260V$; 4. $U = 300V$

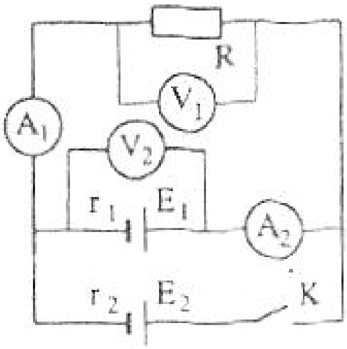
Chỉ ra một đáp số đúng



Hình 6.44

Câu hỏi 6.50

Ở mạch điện hình 6.45 : $E_1 = E_2$,$r_1 = r_2$.Chỉ số các dụng cụ biến đổi như thế nào sau khi đóng khoá K?



Hình 6.45

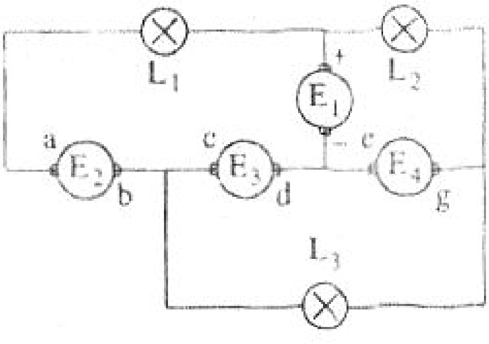
1. I_1 tăng ; 2. I_2 tăng ;

3. U_1 tăng ; 4.U_2 tăng

Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.51

Ở mạch điện hình 6.46: các nguồn đều có suất điện động 6V và điện trở trong nhỏ không đáng kể, các bóng đèn L_1 có hiệu điện thế định mức 6V và các bóng đèn L_2,L_3 có hiệu điện thế định mức 12 V và nguồn E_1 có điện cực mắc như hình vẽ. Để các bóng đèn sáng bình thường phải đặt các cực nguồn E_2 , E_3 và E_4 như thế nào?

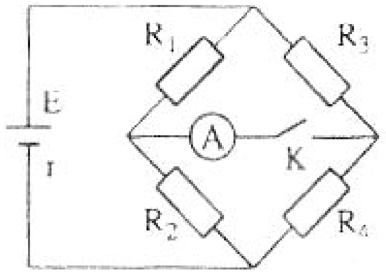


Hình 6.46

1. Nguồn E_2 a (+) b (-) ; 2. nguồn E_3 a (-) b (+) ; 3. nguồn E_1 d (+) e (-)

Chỉ ra một đáp số không đúng

Câu hỏi 6.52



Hình 6.47

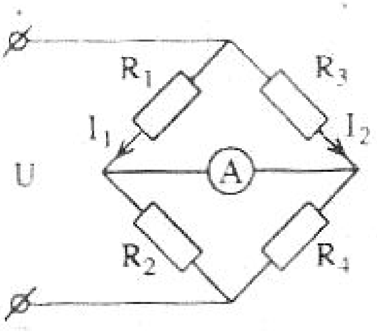
Ở mạch điện hình 6.47: $R_1 = R_4 = 10\Omega$, $R_2 = R_3 = 30\Omega$, $r = 0$ *.Xác định: a/ I,E,U nếu khi đóng khoá K ampekế chỉ 4 A ; b/ I và U khi mở K .*

a/ 1. I = 8A ; 2. E = 120V ; 3. U = 60V

b/ 4. I = 8A ; 5. U = 50V

Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.53



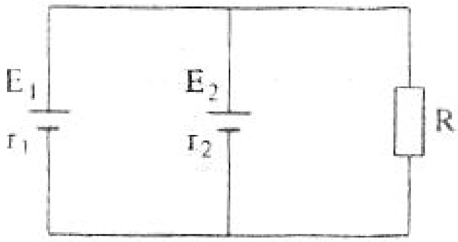
Hình 6.48

Ở mạch điện hình 6. 48: $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 4\Omega$, $R_4 = 12\Omega$ *và ampe kế chỉ 10A. Tìm I ,*I_1 *và* I_2*và U*

Chỉ ra một đáp số sai:

1. I_1 = 5A ; 2. I_2 = 15A ; 3. I = 20A ; 4. U = 240V

Câu hỏi 6.54



Hình 6.49

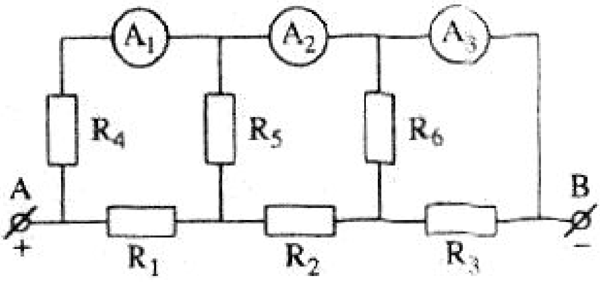
Ở mạch điện hình 6.49 : $E_1 = E_2$ *và* $r_1 = r_2$ *. Do một nguyên nhân nào đó điện trở trong của nguồn* E_1 *tăng lên. Hỏi I,* I_1, I_2 *và U biến đổi như thế nào?*

1. I_1 giảm ; 2. I_2 giảm ; 3. I giảm ; 4.U giảm

Chỉ ra một đáp số sai.

Câu hỏi 6.55

Ở mạch điện hình 6.50 : $R_1 = R_2 = 2\Omega$, $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 4\Omega$ $U_{AB} = 12V$. *Các* $R_A = 0$.


A1
A2
A3
R4
R5
R6
A
B
+
−
R1
R2
R3

Hình 6.50

Tìm số chỉ của các am pe kế

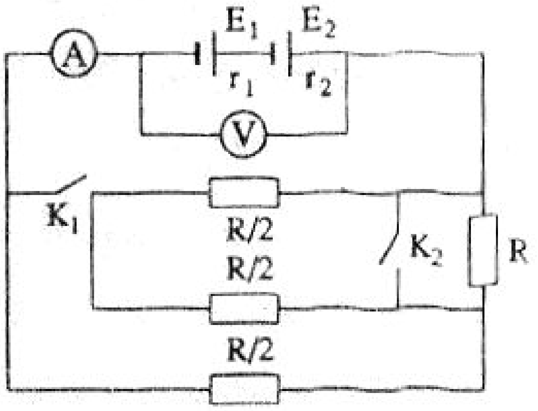
Chỉ ra một đáp số sai:

1. $I_A = 5A$; 2.$I_{A1} = 3A$; 3. $I_{A2} = 4{,}5A$; 4. $I_{A3} = 5{,}25A$

Câu hỏi 6.56

Có mạch điện như hình 6.51:

$E_1 = 4{,}5\ V$, $r_1 = 0{,}2\ \Omega$, $R = 4{,}2\ \Omega$, $E_2 = 16\ V$, $r_2 = 0{,}6\ \Omega$


A
E1
E2
r1
r2
V
K1
R/2
R/2
K2
R
R/2

Hình 6.51

Tìm số chỉ của Ampe kế và Vôn kế trong các trường hợp sau:

1. K_1 *và* K_2 *đều mở* ; *2.* K_1 *đóng,* K_2 *mở*

3. K_1 *mở,*K_2 *đóng* ; *4.* K_1 *và* K_2 *đều đóng*

Chỉ ra một đáp số sai trong các đáp số sau đây:

1. 2,3A , 9,66V ; 2. 4A , 8,4V ; 3. 5A , 7,5V ; 4. 4A 6V ; 5. 7,67A , 5,37V

Câu hỏi 6.57

Có mạch điện hình 6.52:

Các nguồn giống nhau có $e = 9V$, $r = 1\Omega$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 6\Omega$.

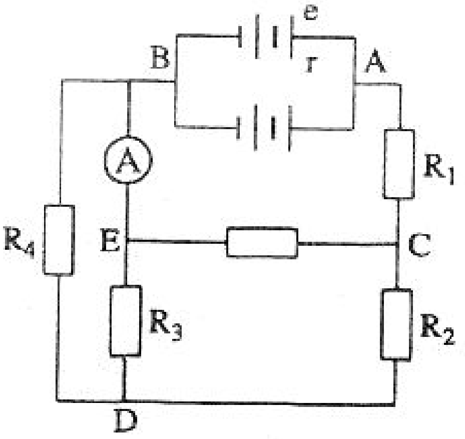
Nếu cường độ dòng điện qua $R_1 = 3A$ thì

$R_x = 6\Omega$; 2. $U_{AC} = 6V$

3. $U_{CD} = 6V$; 4. $U_{AD} = 0$;

5. I_A 5A

Chỉ ra một đáp số sai.



Hình 6.52

TRẢ LỜI NHỮNG CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

6.1. (3)
6.2. (1)
6.3. (2)
6.4. (4)
6.5. (2)
6.6. (4)
6.7 (3)
6.8. (4)
6.9. (2)
6.10. (3)
6.11. (4)
6.12. (3)
6.13. (3)
6.14. (4)
6.15. (4)
6.16. (4)
6.17. (2)
6.18. (4)
6.19. (3)
6.20. (3)
6.21. (3)
6.22. (1)
6.23. (4)
6.24. (2)
6.25. (5)
6.26. (4)
6.27. (2)
6.28. (2)
6.29. (5)
6.30. (2)
6.31. (2)
6.32. (4)
6.33. (4)
6.34. (5)
6.35. (4)
6.36 (4)
6.37. (3)
6.38. (4)
6.39. (2)
6.40. (2)
6.41. (2)
6.42. (5)
6.43. (4)
6.44. (2)
6.45. (2)
6.46. (4)
6.47. (3)
6.48. (4)
6.49. (4)
6.50. (2)
6.51. (3)
6.52. (4)
6.53. (4)
6.54. (2)
6.55. (1)
6.56. (4)
6.57. (4)

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc :	NGUYỄN VĂN THỎA
Tổng biên tập :	NGUYỄN THIỆN GIÁP
Biên tập và sửa bài:	TƯỜNG GIANG
Vẽ hình:	QUỐC THẮNG
Trình bày bìa :	HUỲNH LƯƠNG
Chế bản:	THU THỦY

PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC BÀI TOÁN VẬT LÍ LỚP 11 THEO CHỦ ĐIỂM: ĐIỆN TÍCH & ĐIỆN TRƯỜNG - DÒNG ĐIỆN MỘT CHIỀU TỪ TRƯỜNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

Mã số: 01.61 - ĐH2003
In 2000 cuốn, tại Xưởng in Tuần báo Văn nghệ
Số xuất bản: 232/27/CXB. Số trích ngang: 97 KH/XB
In xong và nộp lưu chiểu Quý 2 năm 2003.